

VÅTMARKSLIV

ETT GESTALTNINGSKONCEPT FÖR DAGVATTENHANTERING OCH
REKREATION I EN ANLAGD VÅTMARK



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och
jordbruksvetenskap

Ia Neumüller & Mattias Lazar
Examensarbete • 30 hp
Landskapsarkitektprogrammet, Ultuna
Institutionen för stad och land
Uppsala 2019

Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala
Examensarbete för yrkesexamen vid landskapsarkitekturprogrammet, Ultuna
Kurs: EX0860, Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E -
landskapsarkitekturprogrammet – Uppsala, 30 hp
Kursansvarig institution: Institutionen för stad och land
Nivå: Avancerad A2E
© 2019 Ia Neumüller, e-post: (neumuller.ia@gmail.com)
© 2019 Mattias Lazar, e-post: (mattias.lazar@gmail.com)
Titel på svenska: Våtmarksliv. Ett gestaltningskoncept för dagvattenhantering och
rekreation i en anlagd våtmark.
Titel på engelska: Wetland Life. A Design Concept for Stormwater Management and
Recreation in a Constructed Wetland.
Handledare: Ylva Dahlman, SLU, institutionen för stad och land
Examinator: Lars Johansson, SLU, institutionen för stad och land
Biträdande examinator: Anna Robling, SLU, institutionen för stad och land
Omslagsbild: Bild som illustrerar gestaltningskonceptet *Våtmarksliv*. Illustration: Mattias
Lazar & Ia Neumüller
Upphovsrätt: Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i examensarbetet publiceras med
tillstånd från upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är de författarens egna
Originalformat: A3
Nyckelord: våtmark, dagvatten, rekreation, vinterrekreation, dagvattenhantering, rening,
gestaltning.
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

TACK TILL

Ylva Dahlman för handledning,
Tengbom i Stockholm för input, inspiration och trevliga fikapausar,
Hanna Lindh på Gävle kommun för tips om plats,
Godecke Blecken på LTU för vägledning i dagvattenfrågor,
Ahmed Al-Rubaei för foton på dagvattenanläggningar,
Fredrik Engdahl på Ekologigruppen för svar på frågor kring vattenekologi,
Mikael Johansson och Sam Keshavarz på Outer Space Arkitekter för bollande av idéer,
Nick Gulick för korrekturläsning av den engelskspråkiga sammanfattningen,
Karl-Fredrik Sjölund för foton på vadarfåglar
samt till våra familjer för hejarop och stöd.

ABSTRACT

This thesis deals with two problems related to urban densification and urbanization. The first problem concerns issues with stormwater. The other considers people's reduced contact with nature and reduced time spent outdoors. As a result of urban densification, the amount of hard surfaces is increasing. In the event of sudden downpours and heavy rainfall, the water will not be able to infiltrate into the soil becoming concentrated runoff with detrimental effects on the environment. High flows of stormwater overloads the pipeline network, which in turn leads to flooding. Stormwater also carries many pollutants, a problem which has been increasingly emphasized in recent decades. Despite this knowledge, large amounts of polluted stormwater is still being led directly to lakes and streams.

In the wake of urbanization we can also see an increased need for people to get away from the city and regain contact with nature. In northern regions this becomes more challenging as a result of people's tendency to stay indoors during the winter months. At the same time, research emphasizes that social activities are important for mental health during winter when people can more easily be isolated and negatively affected by the darkness and the cold. Creating opportunities for recreation throughout the year is therefore particularly important in the Nordic countries.

The purpose of this thesis is to combine a facility for stormwater management with recreational values during winter and summer. The work combines aspects regarding the technical design of a stormwater facility with ecological and design aspects. For the thesis, three main methods have been used: *Investigative Sketch Work* on the aesthetic design of the site, *Knowledge Collection* through both literature and database searches as well as *Calculation of Flows and Dimensioning* for the design of the wetland. The work describes various problems within the topic of stormwater and also how precipitation is expected to change with ongoing climate changes. The pre-study clarifies which technical, biological and aesthetic aspects, that should be taken into account when designing a constructed wetland. It also provides information on these aspects regarding their relationship to designing for recreation in different seasons. The result of our work is a design proposal of a recreational wetland area in Gävle for the detention and treatment of stormwater runoff that provides important recreation opportunities both in winter and summer. The design concept that has been elaborated is also intended to be used in other places. Through our work on this proposal we discovered that careful technical, biological and aesthetic value considerations are essential to realize an effective stormwater treatment site that also provides new recreation opportunities. We also gained insight into how large areas are required to take care of stormwater from a certain catchment area. Finally, we recognized the benefits of constructing a wetland in an urban environment, where the wetland, in addition to cleaning stormwater, also constitutes a habitat for many species, contributes to a cooler local climate and offers seasonal recreation experiences close to the city.

SAMMANDRAG

Detta examensarbete behandlar två områden relaterade till förtätning av städer och urbanisering. Det ena rör problematik kring dagvatten. Den andra rör människors minskade kontakt med naturen och ökade andel tid som tillbringas inomhus. I samband med förtätningen av våra städer ökar andelen hårdgjorda ytor. Vid plötsliga skyfall och stora regnmängder hinner inte vattnet infiltrera och rinner av som dagvatten. Höga flöden av dagvatten överbelastar ledningsnätet vilket leder till översvämningar. Dagvatten för även med sig många farliga ämnen och detta har på senare tid uppmärksammats allt mer. Trots det leds fortfarande stora mängder orenat dagvatten direkt till sjöar och vattendrag.

I urbaniseringens spår syns också ett ökat behov för människor att komma bort från staden och återta kontakten med naturen. På våra breddgrader väljer dock många människor att stanna inomhus under de kalla årstiderna. Samtidigt betonar forskning att sociala aktiviteter är viktiga för den mentala hälsan under vintern då människor lättare kan bli isolerade och påverkas negativt av mörker och kyla. Att skapa möjligheter till rekreation under hela året är därför extra viktigt i de nordiska städerna.

Syftet med detta arbete är att kombinera en anläggning för dagvattenhantering med rekreativa värden under vinter och sommar. I arbetet kombineras tekniska aspekter gällande dimensionering av en dagvattenanläggning med ekologiska- och gestaltningsmässiga aspekter. För arbetet har tre huvudmetoder använts: *Kunskapsinsamling* via både litteratur och via sökningar i databaser, *beräkning av flöden och dimensionering* inför utformning av våtmarken samt *undersökande skissarbete* gällande den estetiska utformningen av platsen. Arbetet redogör för olika problem inom ämnet dagvatten och berör även hur nederbörden förväntas förändras med pågående klimatförändringar. I förstudien klargörs vilka tekniska, biologiska och estetiska aspekter, som bör tas i beaktning vid utformning av anlagda våtmarker. Vidare ges en beskrivning av delar som är viktiga att ha med sig vid gestaltning för rekreation i naturområden och med hänsyn till vinter och sommar. Resultatet av arbetet är ett gestaltningskoncept förlagt till en plats i Gävle som visar hur en våtmark för rening och fördröjning av dagvatten kan se ut för att samtidigt erbjuda rekreation under vinter såväl som sommar. Gestaltningskonceptet är även tänkt att kunna användas på andra platser. I arbetet kom vi fram till att för att kombinera de två intresseområdena dagvattenrening och rekreation krävs noggranna avvägningar där olika tekniska -, biologiska- och estetiska värden ibland står i motsats till varandra. Vidare fick vi insikt i hur stora ytor som krävs för att ta hand om dagvatten från ett visst avrinningsområde. Slutligen uppmärksammades vi på vinsterna med att anlägga en våtmark i en tätortsnära miljö, där våtmarken förutom att rena dagvatten även utgör habitat för många arter, bidrar till ett svalare lokalklimat samt inte minst erbjuder en stadsnära naturupplevelse under både vinter och sommar.

SUMMARY

In what follows we present a summary of our study. Each part is described briefly before presenting the results and discussing our conclusion.

ABOUT THIS THESIS

This thesis examines the possibility of using a constructed wetland for recreation in an urban environment, by proposing a design concept for water management utilizing a wetland landscape in Gävle. The work focuses especially on how a wetland can offer opportunities for recreation during both winter and summer while managing stormwater and promoting biodiversity. The area study for the design concept is located in Gävle. The site, located in a wet area, was already selected by the municipality as a place for recreation.

BACKGROUND

This thesis deals with two problems related to urban densification and urbanization. The first problem concerns issues with stormwater. The other considers people's reduced contact with nature and reduced time spent outdoors. As a result of urban densification, the amount of hard surfaces is increasing. In the event of sudden downpours and heavy rainfall, the water will not be able to infiltrate into the soil becoming concentrated runoff with detrimental effects on the environment. High flows of stormwater overloads the pipeline network, which in turn leads to flooding. Stormwater also carries many pollutants, a problem which has been increasingly emphasized in recent decades. Despite this knowledge, large amounts of polluted stormwater is still being led directly to lakes and streams. By recognizing these consequences we can see the need to develop better stormwater management

in cities. Constructing wetlands is one solution, as these are unique in their ability to clean and slow runoff before it enters our waterways.

In the wake of urbanization we can also see an increased need for people to get away from the city and regain contact with nature. In northern regions this becomes more challenging as a result of people's tendency to stay indoors during the winter months. At the same time, research emphasizes that social activities are important for mental health during winter when people can more easily be isolated and negatively affected by the darkness and the cold. Creating opportunities for recreation throughout the year is therefore particularly important in the Nordic countries.

AIM AND RESEARCH QUESTION

The purpose of this thesis is to combine a facility for stormwater management with recreational values during winter and summer. The research question is:

How can a constructed wetland be designed to effectively treat and manage excess stormwater runoff from a selected catchment area in Gävle while also providing recreation opportunities during winter and summer.

METHOD

The thesis combines technical aspects regarding the dimensioning of a stormwater management facilities with both ecological and design aspects. For the thesis, three main methods have been used: *Investigative Sketch Work* on the aesthetic design of the site, *Knowledge Collection* through both literature and database searches as well as *Calculation of Flows*

and *Dimensioning* for the design of the wetland. The methods have been used in parallel during the work, which is shown in figure I.

DESIGN METHOD

In the initial phase of the work we used the association method called *The Lotus Blossom Technique*. This method defines the process in which a group of individuals freely contribute their own ideas to a common word or theme.

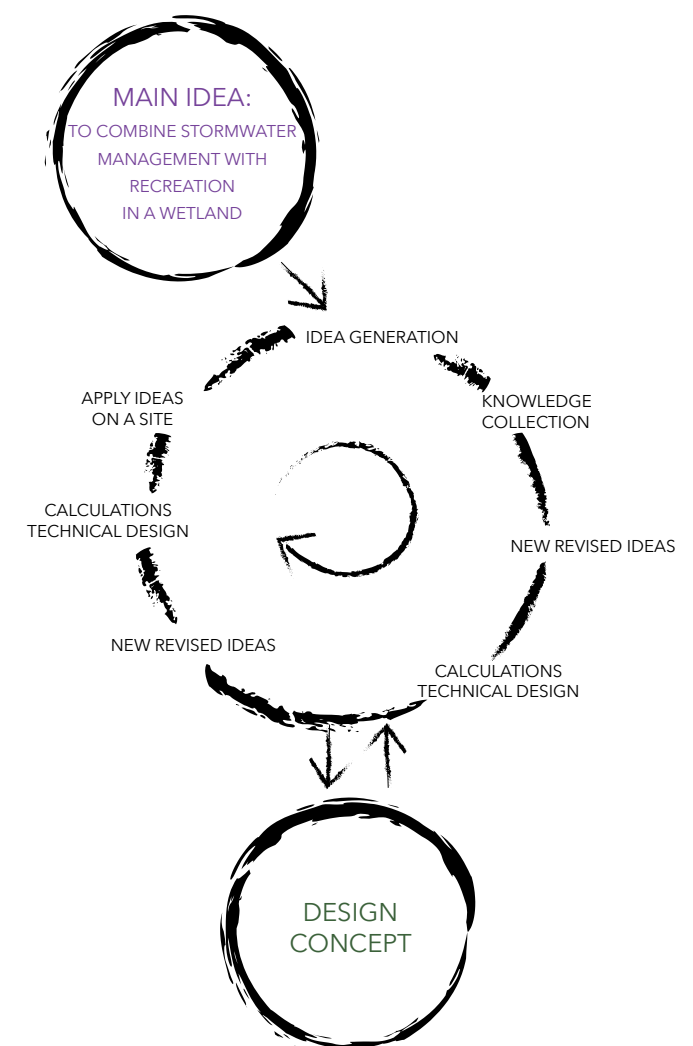


Fig. I. Schematic view of the work process up to the final design concept.

These new words evoke new associations that are written down over and over, unfolding like the leaves of a flower. Using this method many ideas were quickly created, forming the basis for the continued work. Each of us then made a picture collage based on some of the words generated through the *Lotus Blossom Technique*. These picture collages were another way for us to find additional associations and to discuss the direction of the design between us.

In order to move forward in our work, quick sketches were then made with a time limit. We selected some of the words used in the picture collages and considered them in the context of winter and summer conditions. Based on these combinations, we made quick 3 minute sketches for each word. Ideas gathered from the sketches and characterizing our findings were then summarized in a mind map. Based on the various keywords of the mind map, we outlined how possible visiting spots could look and what experience and function could be linked to them.

PRE-STUDY

The pre-study clarifies which aspects, technical, biological as well as aesthetic, should be taken into account when designing constructed wetlands. It also provides information on these aspects regarding their relationship to designing for recreation in different seasons. At the end of each sub-chapter in the pre-study, a compilation of important factors are presented which are essential when designing constructed wetlands for recreation during winter and summer.

The main source for information on wetlands in general was *Våtmarksboken* published in 2002 by Karin Tonderski, Stefan Weisner, Jan Landin and Hans Oscarsson (editors). For specific facts on the construction of wetlands for stormwater management, we used the Australian guidelines in the document *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*, which is a frequently referred source in stormwater management. The primary source for designing in natural environments

was *Design for Outdoor Recreation* published in 1997 by Simon Bell, and for experiencing a place *With people in Mind* published in 1998 by Rachel Kaplan, Stephen Kaplan and Robert L. Ryan. For the site location in Gävle, information was gathered on Gävle municipality's website, the website of the County Administrative Board Gävleborg, Gästrike Vatten's website and via map tools provided by the Geological Survey of Sweden.

TECHNICAL DESIGN METHOD

The catchment area on which the calculations are based is defined by our proposal and is adjacent to the wetland area (fig. II). We chose the catchment area because at the time of writing our thesis there was no investigation available from Gävle municipality regarding which catchment area would be relevant to direct stormwater from. Thus, the catchment area and the

calculations are both self defined constraints, but can be seen as examples of how stormwater flows can be calculated from a nearby catchment area with a certain land use.

The time of concentration was calculated to be 10 minutes. In order to get an idea of how large rain event the wetland can handle, initial calculations of different rain events were made with the *Average Recurrence Interval (ARI)* of 1 year, 10 years, 20 years and 50 years with a 10 minute duration. The rain intensity for the different rain events was calculated with *Dahlström's Equation* and flow calculations were made with the *Rational Method*. The flow from the 10 year ARI was set as the maximum flow for the wetland, as flows from rain with longer ARI were considered difficult to handle and at the same time be able to maintain a meandering shape on the wetland. When flows exceed the rate of the 10 year ARI, the storm water is diverted past the wetland.

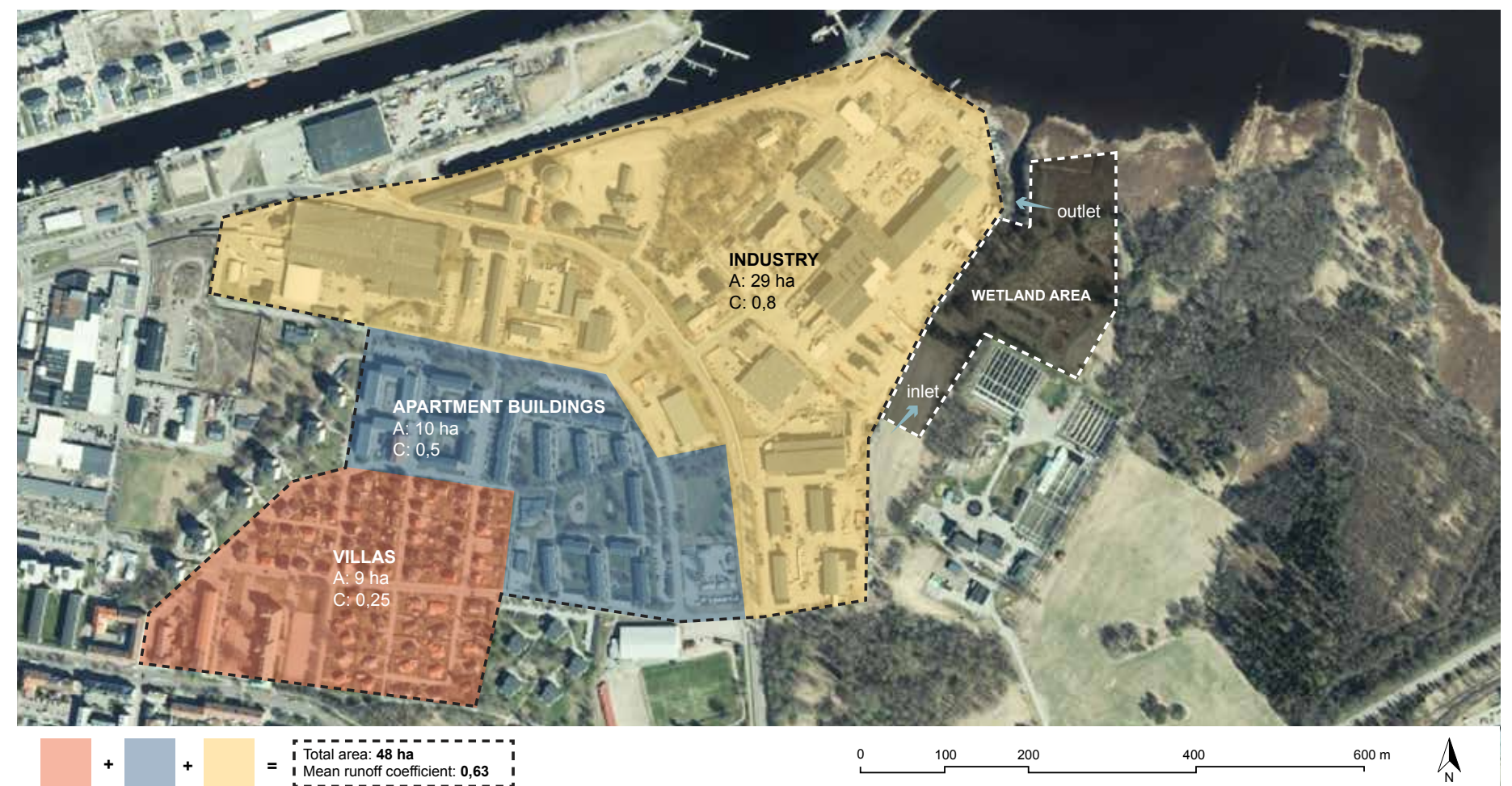


Fig. II. Site plan. Map showing the selected catchment area with three different types of land use on which the calculations are based. The wetland area is shown east of the catchment. Orthophoto © Lantmäteriet. Processed by Mattias Lazar.

The storage volumes required in the wetland during the two rain events (1 year ARI and 10 year ARI respectively) were calculated with several different rain durations to determine when the maximum volume in the wetland is reached (i.e. when the difference between inflow and outflow is maximal).

The wetland consists of two parts: a pre-sedimentation basin and a meandering part. For the design of the mean cross section of the meandering part, three parameters were used: *Desired average depth*, *maximum width* and *slope* (fig. III). To get an idea of the size of the cross-sectional area that was reasonable for a permanent water surface, we assumed the volume of a 1 year ARI. This cross-sectional area of the permanent water level was multiplied by the wetland’s planned stretch at the site, thus obtaining the permanent water volume that the meandering part of the wetland holds at normal conditions (app. A6). The remaining volume from the 1 year ARI flow was the basis for the dimensioning of the pre-sedimentation basin.

Subsequently, we examined how the control volume (the levels in the pre-sedimentation basin and the meandering part) changed by the 1 year ARI and 10 year ARI flow, respectively. In SketchUp, it was examined how the width of the meandering part is affected by the flooding.

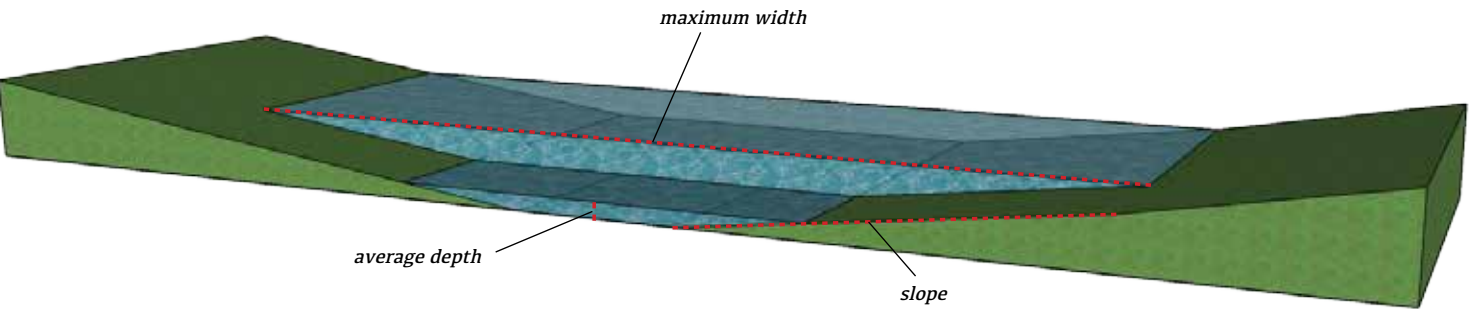


Fig. III. The three guiding parameters of the mean cross section design: maximum width, average depth and slope.

PRE-STUDY SUMMARY

The parameters we utilized from the pre-study in the design phase are compiled at the end of each sub-chapter. The overall aspects were divided into the focus areas of *Technical Design and Maintenance*, *Biodiversity and Plant Selection* and *Recreation and Seasons*. These include the ideas that we took with us from the *Sketch Process*. Based on this compilation, a number of program items were prepared (fig. IV). Selected parameters from the compilation are also shown in a 3D section (fig V).

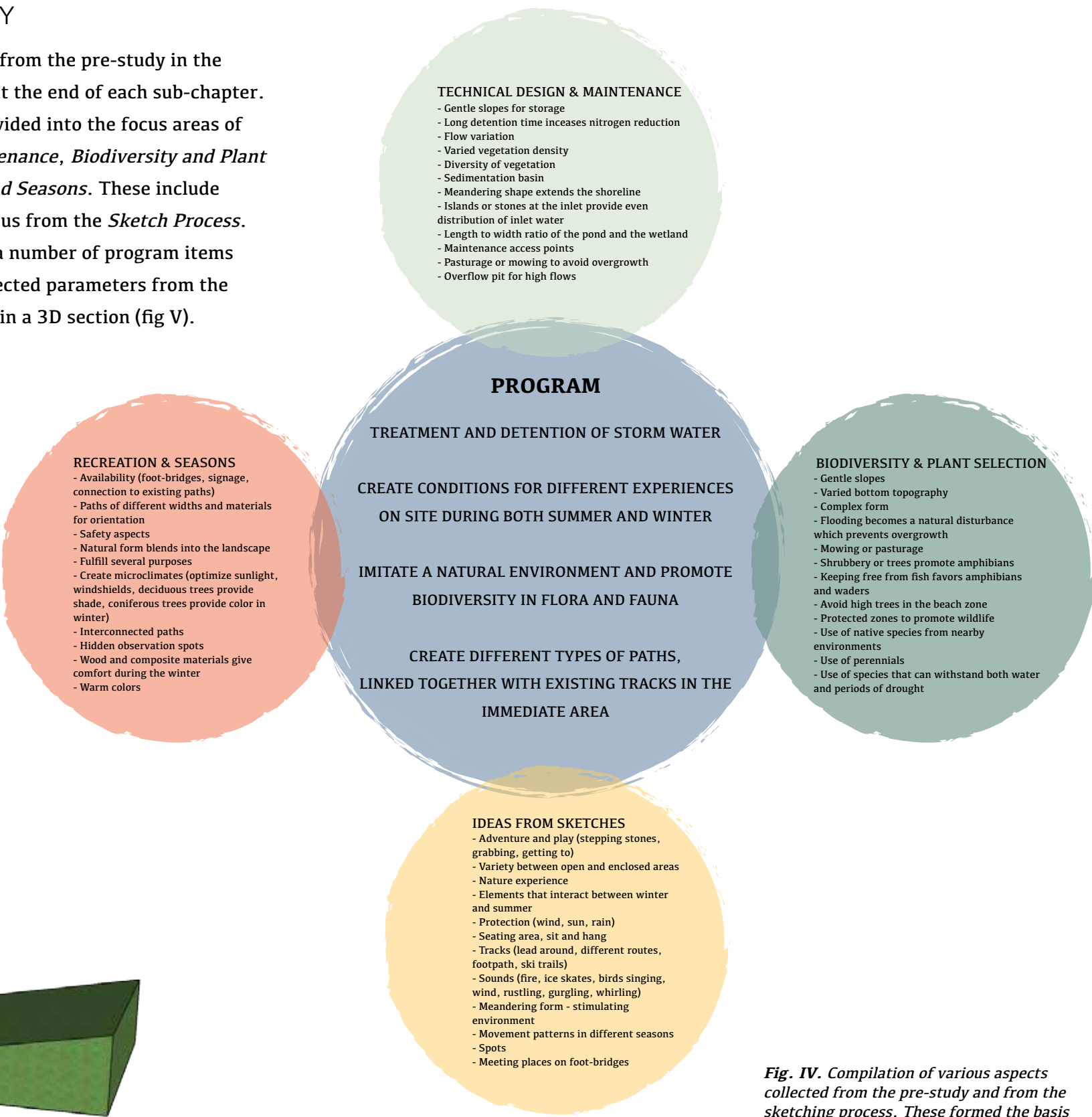


Fig. IV. Compilation of various aspects collected from the pre-study and from the sketching process. These formed the basis of the design program.

DESIGN CONCEPT - WETLAND LIFE

The result of this work is a design concept placed in Gävle that shows how a wetland for treatment and detention of stormwater might look like at the same time offering recreation during winter as well as summer. The design concept is also intended to be used in other places.

THE PROPOSAL

The design concept *Wetland Life* attracts visitors of different ages and with different backgrounds to winter and summer recreation, while the wetland treats and detains stormwater from the adjacent area. The experience at the wetland is varied and stimulating and offers an exciting and playful relaxation from city life in a place that at the same time offers a rich flora and fauna. When creating the site, great emphasis has been placed on sensuous experiences such as different sounds and visual impressions, spatialities and outlooks. At the wetland there are gathering places for both socializing and resting in protection from the weather. In the design, winter and summer interact with objects that work for both seasons but sometimes change function between the seasons. Several of the objects have functions both for the treatment of the stormwater and for recreation. The design concept *Wetland life* becomes an alternative for recreation which is situated close to the town, offers harmless nature ice skating in winter thanks to the shallow water level, and a city-close nature experience in the summer.

DISCUSSION

In this work we came to the conclusion that, in order to combine the two areas of interest in stormwater treatment and recreation, careful considerations are required, where different technical, biological and aesthetic values sometimes contradict each other. Furthermore, we gained insight into how large areas are required to take care of stormwater from a certain catchment area. Finally, we noticed the benefits of

constructing a wetland in an urban environment, where the wetland, in addition to cleaning stormwater, also constitutes a habitat for many species, contributes to a cooler local climate and offers a city-close nature experience during both winter and summer.

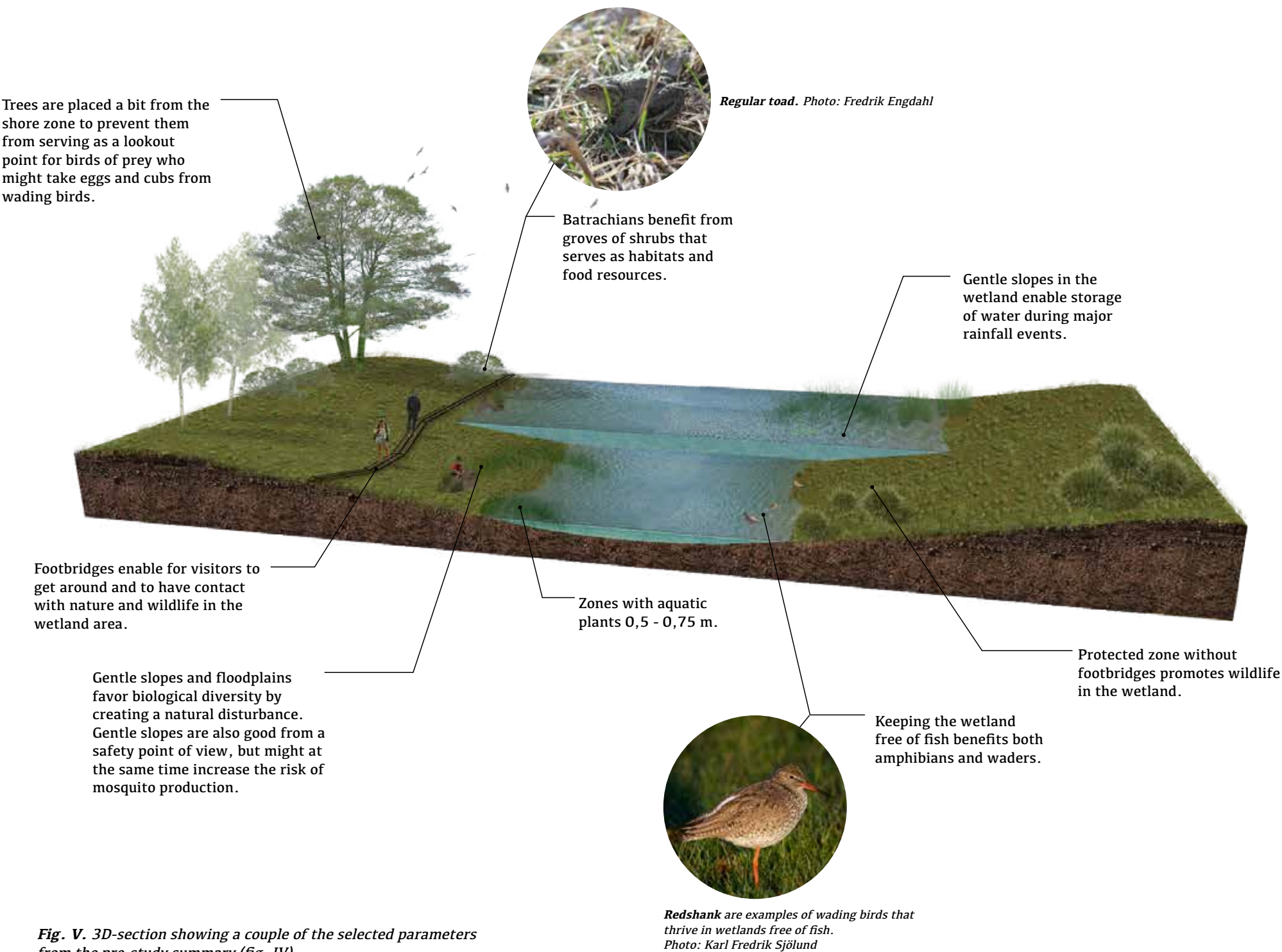
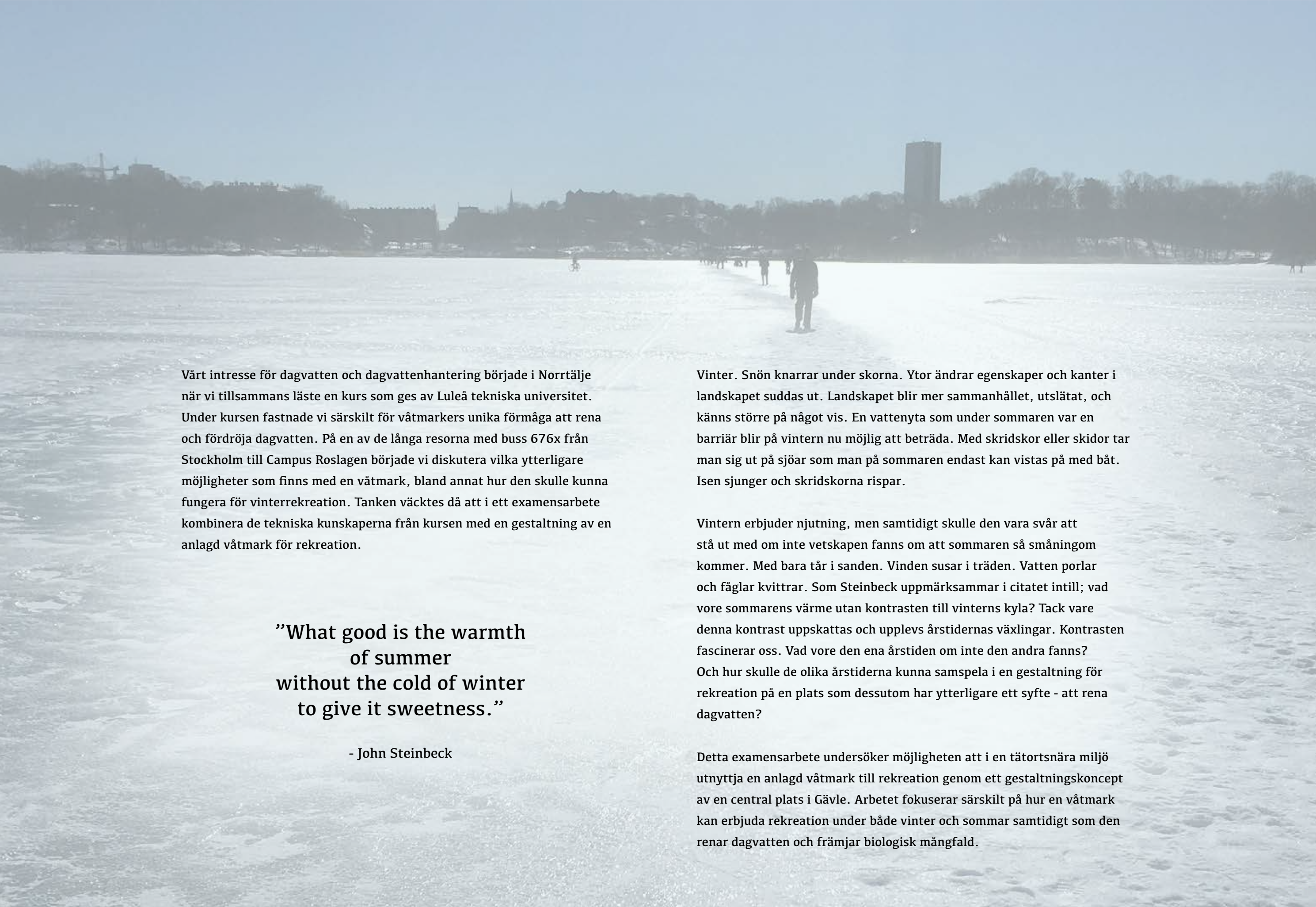


Fig. V. 3D-section showing a couple of the selected parameters from the pre-study summary (fig. IV).

INNEHÅLL

INTRODUKTION	11	UNDERSÖKANDE SKISSARBETE	39
Nyckelbegrepp	13	Formkoncept	40
Bakgrund	14	Skissprocess	41
Dagvatten	14	Sammanställning och programpunkter	43
Våtmarken i sin naturliga form	17	Programplan	45
Rekreation, utevistelse och årstider	18		
Förutsättningar i Gävle	19	GESTALTNINGSKONCEPT VÅTMARKSLIV	46
Syfte	20	Förslaget	47
Frågeställning	20		
Avgränsning	20	DISKUSSION	59
Målgrupp	20	Metoddiskussion	60
		Avrinningsområdet	61
METOD	21	Resultatdiskussion	61
Gestaltningsskiss	22	Avvägningar och val	61
Kunskapsinsamling	22	Slutsats	62
Dimensioneringsmetod	23		
		REFERENSER	63
FÖRSTUDIE	25		
Våtmarkens värden	26	APPENDIX	66
Rening av vatten	26		
Magasinering	26		
Biologiska värden	26		
Rekreativa värden	27		
Anlagda våtmarker	28		
Utformning	28		
Växtval	29		
Underhåll	32		
Gestaltning för rekreation i naturområden	33		
Gestaltning för vinter och sommar	33		
Sammanfattning av viktiga aspekter från förstudien	35		
Exempelområde för anläggning av våtmark	36		
Dimensionering av våtmarken	38		

INTRODUKTION



Vårt intresse för dagvatten och dagvattenhantering började i Norrtälje när vi tillsammans läste en kurs som ges av Luleå tekniska universitet. Under kursen fastnade vi särskilt för våtmarkers unika förmåga att rena och fördröja dagvatten. På en av de långa resorna med buss 676x från Stockholm till Campus Roslagen började vi diskutera vilka ytterligare möjligheter som finns med en våtmark, bland annat hur den skulle kunna fungera för vinterrekreation. Tanken väcktes då att i ett examensarbete kombinera de tekniska kunskaperna från kursen med en gestaltning av en anlagd våtmark för rekreation.

**”What good is the warmth
of summer
without the cold of winter
to give it sweetness.”**

- John Steinbeck

Vinter. Snön knarrar under skorna. Ytor ändrar egenskaper och kanter i landskapet suddas ut. Landskapet blir mer sammanhållet, utslätat, och känns större på något vis. En vattenyta som under sommaren var en barriär blir på vintern nu möjlig att beträda. Med skridskor eller skidor tar man sig ut på sjöar som man på sommaren endast kan vistas på med båt. Isen sjunger och skridskorna rispar.

Vintern erbjuder njutning, men samtidigt skulle den vara svår att stå ut med om inte vetskapen fanns om att sommaren så småningom kommer. Med bara tår i sanden. Vinden susar i träden. Vatten porlar och fåglar kvittrar. Som Steinbeck uppmärksammar i citatet intill; vad vore sommarens värme utan kontrasten till vinterns kyla? Tack vare denna kontrast uppskattas och upplevs årstidernas växlingar. Kontrasten fascinerar oss. Vad vore den ena årstiden om inte den andra fanns? Och hur skulle de olika årstiderna kunna samspela i en gestaltning för rekreation på en plats som dessutom har ytterligare ett syfte - att rena dagvatten?

Detta examensarbete undersöker möjligheten att i en tätortsnära miljö utnyttja en anlagd våtmark till rekreation genom ett gestaltningskoncept av en central plats i Gävle. Arbetet fokuserar särskilt på hur en våtmark kan erbjuda rekreation under både vinter och sommar samtidigt som den renar dagvatten och främjar biologisk mångfald.

NYCKELBEGREPP

Här följer förklaringar av några nyckelbegrepp som används inom ämnet dagvatten och som är nödvändiga att känna till för den fortsatta läsningen av detta examensarbete.

DAGVATTEN

Ytavrinning från nederbörd och snösmältning på hårdgjorda och genomsläppliga ytor eller i ledningar till recipient (VA SYD 2019).

RECIPIENT

Bäck, sjö eller hav som är mottagare av dagvatten eller annat vattenutsläpp.

AVRINNINGSOMRÅDE

Det område som bidrar med dagvatten till en och samma punkt (Svenskt vatten 2011) (se fig. 1).

AVRINNINGSKOEFFICIENT

Måttet på den maximala andel av ett regn som rinner av en viss typ av yta, beroende på markegenskaper, andel hårdgjord yta, bebyggelse, lutning, växtlighet mm (Svenskt vatten 2011) (se fig. 2).

REGNINTENSITET

Hur mycket regn som kommer i mm/h eller volym/tid * yta (Svenskt vatten 2016).

DIMENSIONERANDE REGN

En vald regnintensitet som styr dimensioneringen av en dagvattenanläggning. Intensiteten styrs av olika regns återkomsttid och varaktighet, som i sin tur är baserade på historiska data (Blecken 2016).

ÅTERKOMSTTID

Hur ofta en regnhändelse förväntas inträffa. Ju längre återkomsttid, desto större regn. Ett 100-årsregn är således större än ett 2-årsregn (Svenskt vatten 2016).

VARAKTIGHET

Hur länge ett regn varar. Korta regn tenderar att ha en högre intensitet, varför denna parameter är viktig vid dimensionering (Svenskt vatten 2016).

RINNTID

Den tid som det tar för att hela avrinningsområdet ska bidra till flödet vid en viss punkt där beräkningen sker. Beror på områdets storlek och vattnets hastighet (Svenskt vatten 2011) (se fig. 4).

FLÖDE

Anges i volym per tidsenhet, ofta liter/sekund och beror på avrinningsområdets storlek, avrinningskoefficient och vilket dimensionerande regn som används i beräkningen (Svenskt vatten 2016).

HYDRAULISK EFFEKTIVITET

Hur det inkommande vattnet i våtmarken fördelas och hur det blandas med redan befintligt vatten. Avgörande för detta är våtmarkens längd- och breddförhållande (Tonderski et al. 2002, s. 94, 255) (se fig. 3).

RESUSPENSION

När sediment som tidigare ansamlats forslas bort i samband med höga flöden (Blecken 2016).

KLIMATFAKTOR

Ett sätt att kompensera för framtida klimatförändringar vid beräkningar av flöden. Detta eftersom de nederbördsdata som finns baseras på historiska mätningar (Svenskt vatten 2016).

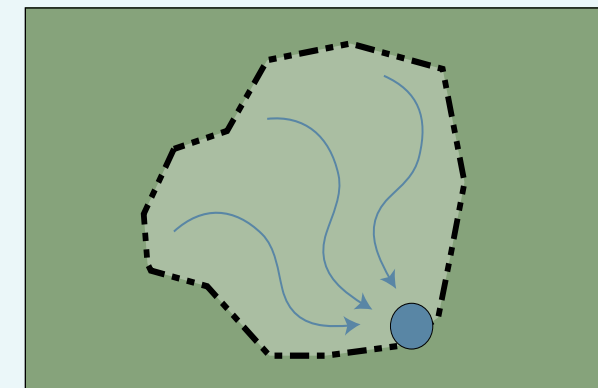


Fig. 1. Avrinningsområde
De blå pilarna illustrerar all avrinning från området som rinner till en gemensam punkt (blå punkt).

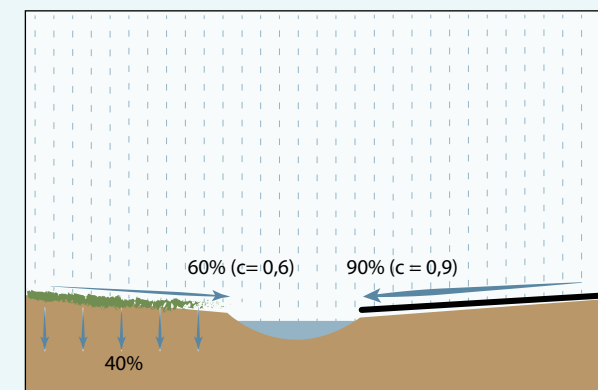


Fig. 2. Avrinningskoefficient
En del av regnet som faller på gräsytan till vänster infiltreras, varpå ytavrinningen minskar. På asfaltsytan till höger sker ingen infiltration (en del av vattnet stannar dock kvar på själva ytan) och avrinningen blir följaktligen avsevärt större.

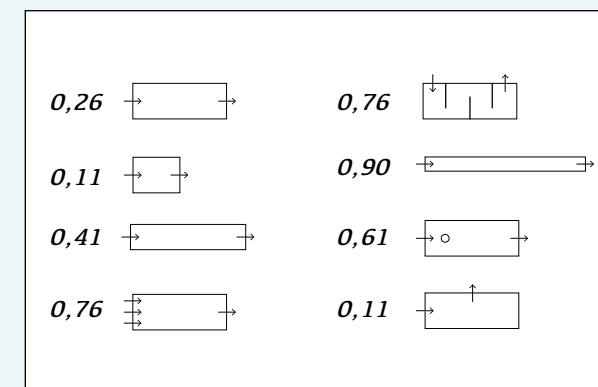


Fig. 3. Hydraulisk effektivitet
Figurerna illustrerar olika dammar (sedda ovanifrån) och deras längd- och breddförhållanden samt placering av in- och utlopp. Alla dessa parametrar påverkar spridningen av det inkommande vattnet och därmed reningseffektiviteten. Ju högre värde desto bättre avskiljning av partikulära föroreningar. Figur från Tonderski et al (2002, s. 94), bearbetad.

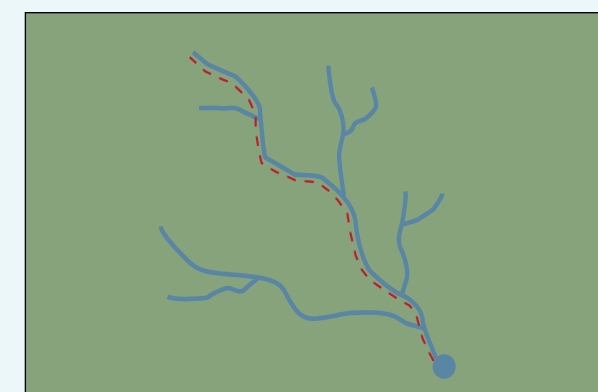


Fig. 4. Rinntid
De blå linjerna illustrerar vattenflöden från ett avrinningsområde till en gemensam punkt (blå punkt). Den rödstreckade linjen intill den blå markerar den längsta rinnsträckan. Det är utifrån denna rinntiden bestäms eftersom det är först när detta vatten når punkten som hela avrinningsområdet har bidragit till flödet i denna punkt.

BAKGRUND

I detta kapitel redogörs för olika problem som finns vad gäller dagvatten. Vidare presenteras och jämförs olika tekniker för dagvattenhantering. Därefter ges en beskrivning av vad som kännetecknar en naturlig våtmark samt hur våtmarker använts historiskt. Sedan redogörs för hur våra vanor kring rekreation i naturmark, utevistelse och årstider ser ut och hur dessa har förändrats med den ökade urbaniseringen i samhället. Avslutningsvis presenteras kort de klimatomfattiga förutsättningarna för den plats i Gävle för vilket gestaltningskonceptet är utformat.

DAGVATTEN

Med dagvatten menas den ytavrinning från nederbörd och snösmältning som sker på hårdgjorda och permeabla ytor eller i ledningar till recipient (VA SYD 2019). Som en följd av klimatomförändringarna förväntas nederbördsmängderna öka över hela landet, främst under vinter, vår och höst (SMHI 2019) och detta kommer påverka flödena av dagvatten.

Nederbörden ökar mest i västra och norra Sverige. Dessutom ökar antalet tillfällen då nederbörden är intensiv (SMHI 2019). I samband med att våra städer förtätas ökar andelen hårdgjord yta i dem (Stockholm Stad 2016). De plötsliga skyfallen och de stora regnmängderna blir då svåra att hantera eftersom vattnet inte kan infiltreras och till stor del rinner av dessa ytor. De höga flödestopparna som blir följderna hinner inte tas om hand av dagvattenledningsnätet vilket leder till översvämningar. Att det blir översvämningar är bara ett av problemen med dagvatten. Ett annat problem är de ämnen dagvattnet för med sig.

FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Under de senaste decennierna har problematiken med föroreningar i dagvatten uppmärksammas allt mer, men fortfarande leds stora mängder orenat dagvatten direkt till sjöar och vattendrag (Blecken 2016). Dagvatten innehåller många typer av föroreningar som kommer från olika källor i den urbana miljön. De flesta föroreningar är kopplade till

markanvändning och består exempelvis av partiklar som uppkommer genom nötning av vägytor, men även nedbrytningsprodukter av dessa partiklar såsom metaller och polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er) (Naturvårdsverket 2017b). PAH:er består av flera enskilda kemiska ämnen vilka är cancerogena (Kemikalieinspektionen 2016). Att PAH:er sprids i naturen är problematiskt eftersom de oftast består av stabila föreningar vilket gör dem svårnedbrytbara (Kemikalieinspektionen 2016). Föroreningarna i dagvatten är både organiska och oorganiska och källorna kan vara både naturliga och antropogena (Naturvårdsverket 2017b) (se tabell 1). De metaller som är vanligast förekommande i dagvatten är koppar, zink och bly och källa är framförallt trafiken, men även byggmaterial som exempelvis kopparkoppar eller galvaniserade lyktstolpar bidrar. De näringsämnen som är vanligast förekommande i dagvatten är kväve och fosfor och de vanligaste bidragande källorna till näringsämnen är gödsel från åkrar och gårdsavfall, men även industri och trafik (Naturvårdsverket 2017b). Skräp och växtrester

Tabell 1. Tabell över de vanligast förekommande föroreningarna i dagvattnet samt huvudkällorna till dessa i den urbana miljön. Tabell från Naturvårdsverket (2017b), bearbetad.

TRAFIK		BYGGNADSMATERIAL		INDUSTRIOMRÅDEN	BYGGARBETSPLATSER	PARKER OCH TRÄDGÅRDAR
SPECIFIK KÄLLA	FÖRORENINGAR	SPECIFIK KÄLLA	FÖRORENINGAR	FÖRORENINGAR	FÖRORENINGAR	FÖRORENINGAR
avgaser	PAH:er, besen, alkylfenoler, kväve	galvaniserad och svetsad plåt	zink, nickel, krom, aluminium mfl.	metaller, PFAS, PAH:er, organiska tennföreningar, kväve	partiklar (tegel, cement etc), skräp	näringsämnen, växtrester
motorer	krom, nickel, koppar	kopparplåttak etc	koppar			
bromsbelägg	koppar, antimon, zink, bly, kadmium	zinkplåt	zink			
bildäck	zink, bly, krom, koppar, PAH:er, alkylfenoler, partiklar, ftalater	ytbehandlad plåt	zink			
vägbeläggning	partiklar, PAH:er, flertalet metaller	tak- och fasadfärger	bly, krom m fl, ftalater, alkylfenoler, pesticider, PCB			
halkbekämpning	partiklar (sand, grus), natriumklorid,	asfaltsmassa (bitumen)	PAH:er, nonylfenol			
bilvårdsprodukter	ftalater, alkylfenoler, fluorerande ämnen, fosfor	PVC och övriga plaster	ftalater, nonylfenol			
biltvätt	PAH:er, zink, koppar,bly, krom mfl, partiklar	betong	nonylfenol, partiklar, krom			

som bidrar med organiska partiklar och näringsämnen drar även till sig gnagare som sprider bakterier till dagvattnet (Naturvårdsverket 2017b).

ÅRSTIDSVARIATIONER I FÖRORENINGSHALT

Föroreningshalterna i dagvattnet är som högst vid intensiva sommarregn samt under snösmältning. Koncentrationen av föroreningar i dagvattnet beror på nederbördssituationen, där den ofta är högst i början av ett regn (Naturvårdsverket 2017b). När det varit torrt under en längre period spolar det första regnet med sig ansamlade föroreningar från olika ytskikt, vilket resulterar i att det inledande dagvattenflödet innehåller en högre koncentration av föroreningar. Detta fenomen brukar benämnas *first flush* och förekommer främst på hårdgjorda ytor såsom vägar och parkeringsplatser (Naturvårdsverket 2017b).

Vintertid ackumuleras olika föroreningar i snön som kommer från bland annat nederbörd, utsläpp från trafik och halkbekämpning med grus och vägsalt (Wiklander 2017).



Fig. 5. Järntorget i Gamla stan. En vanlig syn under vintern. De ackumulerade föroreningarna i snön blir ofta extra framträdande i upplogade snöhögar. I bilden syns framförallt grus, till vars ytor olika typer av föroreningar binds. Foto: Ia Neumüller.

I samband med snösmältning frigörs dessa ämnen i höga koncentrationer.

Det spelar en avgörande roll om nederbörden kommer i form av regn eller snö för hur förorenad den blir under sin luftfärd innan den når marken (Adielsson 2016). Snö har, jämfört med regndroppar, större specifik yta och långsammare hastighet när den faller mot marken och detta leder till att den under sin luftfärd hinner samla upp en större mängd föroreningar som finns i luften (Adielsson 2016).

Vid snösmältning transporteras stora mängder sand och grus i dagvattnet. Eftersom olika ämnen fäster vid sand- och gruskornens ytor fungerar de som bärare av föroreningar, bland annat för tungmetaller, salter, bakterier och organiska ämnen (Naturvårdsverket 2017b). Bland lösta ämnen i dagvatten återfinns vägsalt från halkbekämpning vintertid och bara på de statliga vägarna används i genomsnitt 240 000 ton vägsalt per år (Naturvårdsverket 2017b).



Fig. 6. Vasagatan i Stockholm. Vid skyfall i tätbebyggda områden riskerar dagvattensystemen att bli överbelastade, vilket leder till översvämning. Foto: Ia Neumüller.



Fig. 7. Frösön i Östersund. Vid snösmältning transporteras stora mängder föroreningar i smältvattnet och rinner i de flesta fall orenat ut i ett närliggande vattendrag. Foto: Mathias Broth

TEKNIKER FÖR DAGVATTENHANTERING

Det finns många olika tekniker för att ta hand om dagvatten. Olika tekniker passar för olika syften och därför är den första frågan man bör ställa sig vad anläggningens huvudsyfte är (Blecken 2016). Rening, och isåfall av vilka föroreningar? Fördröjning? Magasinering? Infiltration? Nedan följer en kort genomgång av olika tekniker för dagvattenhantering. I fig. 8 visas olika reningsanläggningar och de kornstorlekar som renas av respektive teknik.

SANDFÅNG I BRUNN är en behållare som fångar upp partiklar större än 5 mm, vilka annars kan slamma igen systemet (Blecken 2016).

En DAGVATTENDAMM kan ha olika syften men vanligtvis rening, fördröjning och magasinering av dagvatten. Rening sker genom sedimentation, och en god rening av partikelbundna föroreningar kan erhållas vid en utformning av dammen som ger en hög *hydraulisk effektivitet* (se nyckelbegrepp sid. 7). Däremot är reningen av kväve och lösta metaller lägre i dammar än i våtmarker (Blecken 2016).

SVACKDIKE kallas ett grunt gräsbevuxet dike som kan leda och få ner hastigheten på dagvatten. I ett svackdike avsätts även sediment och partiklar och det fungerar därför bra som förbehandling till exempelvis en damm (Blecken 2016) (se fig. 9).

VÅTMARK är ofta en större anläggning än en damm och har förutom rening genom sedimentation av partiklar även möjlighet att

rena en större andel lösta föroreningar genom växternas upptag. I en våtmark kan även kväveföreningar omvandlas (Blecken 2016).

En INFILTRATIONSANLÄGGNING minskar avrinningsvolymen och maxflöden genom att dagvatten infiltrerar ned i marken. Den kan även ta hand om partiklar. En infiltrationsanläggning kan anläggas om jordarten på platsen är genomsläpplig och om avståndet till grundvattenytan är tillräckligt stor (Blecken 2016).

BIOFILTER är en teknik att rena dagvatten i en speciell typ av växtbädd, kallad *rain garden*. Biofiltret är jordblandningen i växtbädden som ofta består av en sandblandad jord med låg halt av organiskt material och låg lerhalt (Blecken 2016). Biofilter kan rena från metaller, fosfor och mikroföroreningar, men det krävs en för- uppsamling av grova sediment för att undvika igensättning av filtret. Biofilter ger ingen fördröjning av intensiva regn. De klarar vanliga regn men vid skyfall måste vattnet ta en annan väg genom bräddavlopp (se fig. 10).

Ett BRUNNSFILTER är en typ av filter som sätts i dagvattenbrunnar och som fångar upp partiklar.

GRÖNA TAK fördröjer regnvatten tills taket är mättat. Därefter rinner vattnet av som vanligt, motsvarande en avrinning från exempelvis ett plåttak. Om taket gödslas kan det ha en negativ effekt på dagvattnet genom att det bidrar med näringsämnen (Blecken 2016).

FLYTANDE VÅTMARKER är en ny teknik som innebär att små flytande öar med växtlighet placeras i en dagvattendamm. Växtöarnas rötter bildar en gardin som bromsar hastigheten på vattnet och därmed ökar sedimentationen i dammen. Växterna tar även upp metaller till viss del (Blecken 2016).

Kornstorlek		Typ av anläggning						
större	>5mm (storkorningt)	Sandfång i brunn						
	5 mm - 125 µm		Dagvatten-damm	Svackdike	Våtmark			
	125 µm - 10 µm							
	10 µm - 0,45 µm				Infiltrations-anläggning	Biofilter Raingarden	Brunnsfilter	
mindre	<0,45 µm (lösta föroreningar)					Växtbädd		
Underhållsbehov		högt	medel	lågt	lågt	medel	medel	mycket högt

Fig. 8. Figur som visar olika typer av reningsanläggningar och vilka föroreningstyper de kan rena. Figuren är endast schematisk då reningseffektiviteten varierar mycket, även för samma typ av anläggning. Figur från Kunskapssammanställning Dagvattenrening (Blecken 2016), bearbetad.



Fig. 9. Exempel på ett svackdike mellan två vägbanor. Rening i form av sedimentation kan ske när dagvattnet transporteras i diket. Foto: Godecke Blecken.



Fig. 10. Raingarden med biofilter anlagd i en rondell. I förgrunden syns ett nedsänkt kantstöd över vilket dagvattnet kan rinna in i växtbädden. Stenbädden vid inloppet minskar risken för erosion i resten av växtbädden. Foto: Ahmed Al-Rubaei

VÅTMARKEN I SIN NATURLIGA FORM

Begreppet våtmark innefattar ett brett spektrum av olika typer av fuktiga miljöer, mellan vilka ekosystemen kan skilja sig markant (WWF 2005). Inför en riksomfattande våtmarksinventering som gjordes i Sverige i början på 1980-talet avgränsades dock begreppet till att utgå från följande definition:

”Våtmarker är sådan mark där vatten under en stor del av året finns nära under, i eller över markytan, samt vegetationstäckta vattenområden”. (Löfroth 1991, s. 7).

Människan har alltid varit beroende av vatten för sin överlevnad. Att bosätta sig i närheten av vatten har därför historiskt sett varit en självklarhet för att kunna skapa hållbara samhällen (Naturvårdsverket 2009). Även om våtmarkernas betydelse för människan har förändrats genom historien har närheten till dem varit avgörande i syfte av försörjning.

De tidigaste bosättningarna nyttjade våtmarkerna främst som födokälla då tillgången på fisk och jaktbart vilt var god. I takt med att man började hålla boskap användes istället våtmarkerna för slåtter för att kunna förse djuren med hö, och våtmarkerna blev således viktiga fodermarker (WWF 2005). Att på detta sätt dra nytta av våtmarkerna i det tillstånd de befann sig kännetecknade det hållbara tillvägagångssättet människor hade före den agrara revolutionen på mitten av 1800-talet (WWF 2005).

När det intensiva jordbruket drog igång efter industrialiseringen under 1800-talets andra hälft förändrades våtmarkerna drastiskt. Våtmarkerna dränerades i syfte att få mer odlingsbar mark för att på så sätt kunna tillgodose livsmedelsbehoven för den ökande befolkningen (WWF 2005). Som ett resultat av denna markomvandling försvann våtmarkerna, och med dem även de värdefulla habitat som de utgör.



Fig. 12. Våtmarken Vadsjön i Husby-Oppunda utanför Nyköping. Under 30-talet dikades Vadsjön ut till förmån för större jordbruksareal. På 90-talet återställdes våtmarken. Under vintern fungerar den utmärkt för skridskoåkning vilket har inspirerat oss till detta arbete. Foto: Ia Neumüller



Fig. 11. Spår i isen på frusen våtmark. Foto: Ia Neumüller



Fig. 13. Våtmarksområde vid Tysjöarna i Jämtland. Området är ett viktigt habitat för sjöfåglar och vadare. Foto: Ia Neumüller

REKREATION, UTEVISTELSE OCH ÅRSTIDER

När samhället urbaniseras och människor flyttar från landsbygden där utomhusaktiviteter och vanan att vistas utomhus är vanligare, blir följden att vi tillbringar mer tid inomhus, menar Ulla Westerberg, forskare inom klimatplanering på högskolan i Gävle. Slutsatsen är att den ökade urbaniseringen leder till att invånarna i allt mindre utsträckning deltar i utomhusaktiviteter (Westerberg 2009). Många människor anser ändå att det är hälsosamt att vara utomhus, särskilt de som bor i kallt klimat där en större ansträngning krävs för att anpassa aktiviteterna för omständigheterna som råder (Westerberg 2009). Det ökade avståndet till landsbygden gör även att allt fler människor försöker återta kontakten med naturen genom rekreation, menar Simon Bell, landskapsarkitekt och forskare med inriktning mot bland annat rekreation och naturmark (Bell 1997, s. 5). Att vistas utomhus i naturlika miljöer har en lugnande effekt på oss enligt miljöpsykologerna Rachel och

Stephen Kaplan (Kaplan, Kaplan & Ryan 1998). Rekreation är viktigt eftersom det hjälper oss att slappna av från stadslivets stress, få frisk luft, motion och vi kan njuta av landskapet. Att ägna sig åt rekreation ger oss en chans att fly från staden (Bell 1997, s. 5). Vi verkar påverkas mindre av stadslivets oväsen och tidsstyrda schema om vi vet att det finns en naturmiljö eller grönområde som ligger i närheten som vi kan besöka när vi vill (Bell 1997, s. 7).

Enligt Jan Gehl, dansk arkitekt och professor i stadsplanering, kan mänskliga aktiviteter delas upp i tre kategorier (Gehl 2010, ss. 18-22). Den första kategorin är *nödvändiga aktiviteter* som utförs oavsett väderomständigheter och årstid. Det är till exempel att gå till skolan, till arbetet eller köpa mat. Den andra kategorin är *möjliga aktiviteter*. Dessa utförs frivilligt som rekreation och kan bestå i att gå en promenad, jogga eller sitta och sola någonstans. Möjliga aktiviteter sker när omständigheterna är optimala. Här kan planerare och landskapsarkitekter påverka genom att skapa platser som

är estetiskt tilltalande och upplevs som komfortabla (Gehl 2010, ss. 18-22). En tredje kategori av aktiviteter är *sociala aktiviteter* när människor träffas och umgås. Dessa sker när andra människor finns på platsen (Gehl 2010, ss. 18-22).

Under vinterhalvåret rör sig färre människor ute jämfört med sommarhalvåret och människor vistas inte ute utan anledning (Pressman 1990). Dock är sociala aktiviteter extra viktiga för den mentala hälsan under vintern då människor lättare kan bli isolerade och påverkas negativt av mörker och kyla (Pressman 1990). Westerberg (2009) menar att säsongen och vädret ofta kan vara det som hindrar människor från att vistas ute, särskilt i kalla klimat. Utifrån detta blir vår tolkning att det är extra viktigt att skapa platser som kan användas för rekreation både vinter och sommar i de nordiska städerna.



Fig. 14. Våtmarken Vadsjön. Att ha möjligheter till vinterrekreation i sin närmiljö underlättar för människor att ta sig ut, vilket främjar den mentala hälsan under den mörka årstiden. Foto: Ia Neumüller.



FÖRUTSÄTTNINGAR I GÄVLE

De flesta städer behöver förbättra sin dagvattenhantering. Gävle är ett exempel på en stad som har ett kallt och tempererat klimat, varför den lämpar sig bra för att kombinera vinterrekreation och dagvattenhantering i en anlagd våtmark.

I Gävle är årsmedeltemperaturen 5,1°C. Mellan december och mars ligger medeltemperaturerna på mellan -1,5°C och -5,7°C (Climate-Data 2012). Enligt SMHI:s klimatscenario (2019) förväntas medeltemperaturen i Gävle öka med 1 grad fram till 2040. Av den totala medelnederbörden på 600 mm/år faller mellan 25-30% i form av snö (SMHI 2018). Under sommarmånaderna juni, juli och augusti ligger medeltemperaturen på mellan 14,7°C och 16,4°C (Climate-Data 2012).

Enligt SMHI (2018b) kommer effekterna av den globala havsnivåhöjningen vara mindre märkbar i norra Sverige jämfört med södra då landhöjningen är större i norr. Scenarier på framtida medelvattenstånd i trakterna kring Gävle visar på endast marginella förändringar fram till 2050 (SMHI 2018b).

I Gävle kommun finns en dagvattenpolicy där syftet är att utveckla en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Bland målen med dagvattenhanteringen står bland annat att kommunen vill skapa värden för staden där dagvatten utnyttjas för att skapa attraktiva miljöer och ekosystemtjänster. Hanteringen av dagvatten ska bidra till att stärka grönsstrukturen i Gävle och den ska generera multifunktionella inslag i staden (Gästrike vatten 2017).

SYFTE

Syftet med detta arbete är att kombinera en anläggning för dagvattenhantering med rekreativa värden under vinter och sommar.

FRÅGESTÄLLNING

Vilken utformning av en anlagd våtmark lämpar sig för att rena dagvatten från ett avrinningsområde i Gävle och hur kan denna gestaltas för att erbjuda rekreation under vinter och sommar?

AVGRÄNSNING

Utformningen av den anlagda våtmarken är ett gestaltningskoncept och inte ett detaljerat gestaltningsförslag. Arbetet fokuserar på våtmarkens utformning för dagvattenrening och som rekreativ miljö under vinter och sommar och omfattar inte förberedande steg gällande utredning, anmälan, tillståndssökning och annat som rör anläggningen av en våtmark.

MÅLGRUPP

Arbetet är tänkt att inspirera kommuner, planerare och landskapsarkitekter att upptäcka de rekreativ möjligheter som en anlagd våtmark för dagvattenhantering för med sig. Gestaltningskonceptet kan appliceras på de platser som lämpar sig för anläggning av en våtmark och där rekreativa värden efterfrågas.

METHOD

I detta kapitel presenterar vi de metoder vi använt. Till att börja med beskrivs vilka idégenererings- och skissmetoder som använts för gestaltungsarbetet. Därefter redogörs för hur vi samlat in kunskap i litteratur och databaser. Slutligen följer en beskrivning av hur våtmarken dimensionerades. Alla dessa metoddelar har använts parallellt under arbetets gång vilket synliggörs i figur 15.

GESTALTNINGS- METOD

Vi inledde gestaltungsarbetet med olika idégenererande workshops. Några av dessa användes även under det fortsatta arbetet med gestaltningen. Arbetet dokumenterades löpande i varsin arbetsbok. Gestaltungsarbetet pågick till stor del parallellt med dimensioneringsarbetet.

I arbetets inledande fas använde vi associationsmetoden *lotusblomman* (Michanek & Breiler 2007, s. 120-120), vilken går ut på att var och en associerar fritt kring ett gemensamt valt ord eller tema och skriver ner nya ord. Till dessa nya ord väcks återigen associationer som på nytt skrivs ner och idéerna vecklar ut sig som bladen på en blomma. Genom denna metod skapades snabbt många idéer, vilka låg till grund för det fortsatta arbetet. Därefter gjorde var och en av oss ett bildcollage utifrån några av orden från lotusblomman. De utvalda orden var *risk, lek, utmaning, lockelse, balans, spår, skydd, paus, ljud, vattnets faser, tempo och titthål*. Bildcollagen var ytterligare ett sätt att få igång associationer och kunna diskutera inriktningen på gestaltungsarbetet oss emellan.

För att komma vidare i vårt arbete gjordes snabbskisser med tidsbegränsning. Vi valde ut vissa av ovanstående ord och

kombinerade dem med vinter- och sommaraspekter. Utifrån dessa kombinationer gjorde vi snabbskisser under 3 minuter för var och en av dem. Snabbskisser gjordes även i plan på olika möjliga former av en våtmark. Vilka former av vattendraget främjar rekreation respektive dagvattenrening? Hur vill man röra sig? Hur förändras platsen på vintern? De olika snabbskissernas idéer kokades ner till en tankekarta av olika parametrar för att sammanfatta vad vi tagit med oss så långt i processen. Utifrån tankekartans olika nyckelord skissade vi på hur möjliga målpunkter skulle kunna se ut och vilken upplevelse och funktion som skulle kunna kopplas till varje plats.

De parametrar som vi tog med oss till gestaltningen från förstudien sammanställdes i aspekter uppdelade efter fokusområden. Ur dessa aspekter utarbetades därefter programpunkter. Dessa punkter ligger till grund för gestaltungs-konceptet.

KUNSKAPS- INSAMLING

Parallellt med idégenereringen påbörjades en kunskapsinsamling med hjälp av litteraturstudier om våtmarkers funktion och biologiska förutsättningar. Därefter studerade vi de utmaningar som finns med dagvattenhantering samt rekreation under olika årstider. Studierna gjordes med hjälp av söktjänsterna Scopus, DiVa, Web of Science och Primo med sökorden *winter, snow, park, wetlands, våtmark, northern climate, winter recreation, vinterpark, dagvattenhantering, wetland recreation*. Utöver dessa sökningar sökte vi källor i andra studentarbeten som hade närliggande ämnesområden.

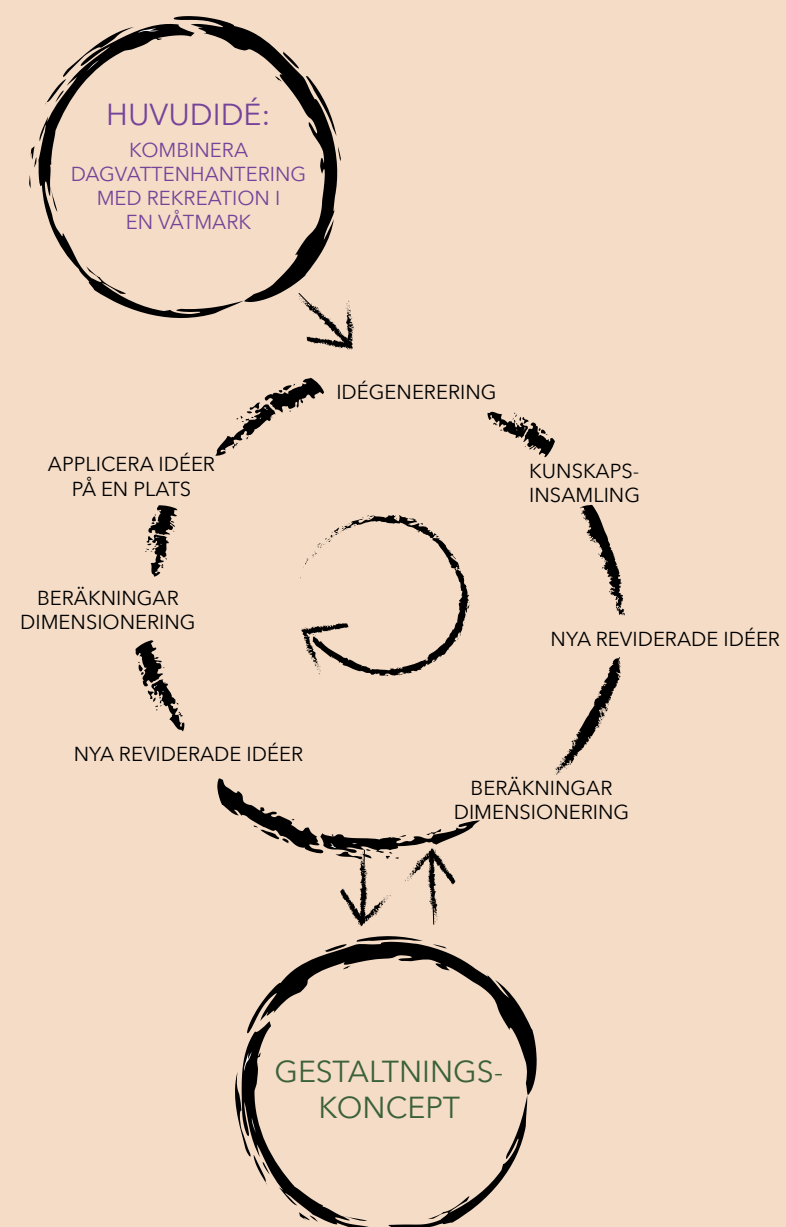


Fig. 15. Schematisk bild över arbetsprocessen fram till gestaltungs-konceptet.

Huvudkälla för information om våtmarker i allmänhet var *Våtmarksboken* utgiven 2002 av Karin Tonderski, Stefan Weisner, Jan Landin och Hans Oscarsson (redaktörer). Utöver den användes fyra rapporter från Naturvårdsverket samt andra artiklar om våtmarker. För specifik fakta om konstruktion av anlagda våtmarker för dagvattenhantering studerade vi de australiensiska riktlinjerna i dokumentet *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*, som är en ofta refererad källa inom dagvattenhantering. Vi använde även en kunskapssammanställning om dagvattenhantering gjord

av Godecke Blecken, biträdande professor inom VA-Teknik på Luleå tekniska universitet.

För att undersöka vilka parametrar som styr användandet av en plats under sommar respektive vinter studerades artiklar av Norman Pressman, en kanadensisk professor i stadsplanering och urban design. Pressman behandlar vinteraspekten i planering av städer. Vi använde även artiklar av arkitekten Ulla Westerberg om hur människor förhåller sig till väder och utevistelse. I Jan Gehls *Cities for People* (2010) inhämtades kunskap om människors vanor och sociala mönster. Huvudsaklig källa för gestaltning av naturmiljö var Design for Outdoor Recreation utgiven 1997 av Simon Bell, och för hur man upplever en plats *With people in mind* utgiven 1998 av Rachel Kaplan, Stephen Kaplan och Robert L. Ryan.

För stöd i vissa tekniska frågor angående våtmarkens dimensionering studerade vi dokument utgivna av Svenskt vatten. Kontakt togs även med Godecke Blecken på LTU. I frågor om vattenekologi hade vi mailkontakt med Fredrik Engdahl, vattenekolog på Ekologigruppen.

För den valda platsen i Gävle samlades information på Gävle kommuns hemsida, Länsstyrelsen Gävleborgs hemsida, Gästrike vattens hemsida samt genom Sveriges geologiska undersöknings kartverktyg.

DIMENSIONERINGS-METOD

Samtliga beräkningar i detta avsnitt redovisas i sin helhet i appendix. För begreppsförklaringar se sidan 7.

Dimensioneringen av våtmarken inleddes med att vi ritade upp en möjlig sträckning av en meandrande form på den valda platsen. Detta för att få en uppfattning om vilken längd

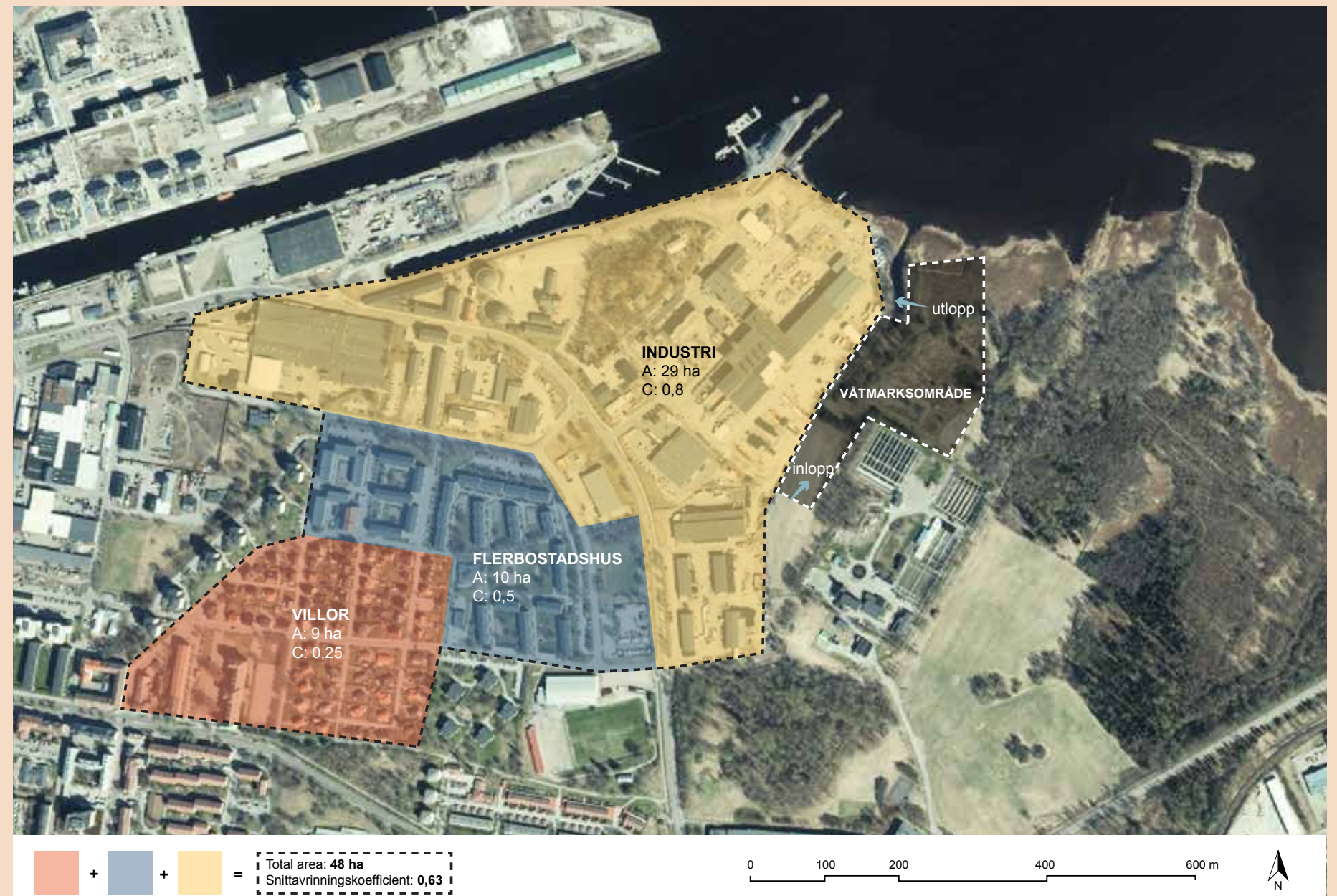


Fig. 16. Situationsplan. Kartan visar det för arbetet valda avrinningsområdet med tre olika markanvändningstyper som beräkningarna baserats på. Öster om avrinningsområdet ligger området för våtmarken med dess in- och utlopp markerade. Ortofoto © Lantmäteriet. Bearbetad av Mattias Lazar.

våtmarken skulle kunna få. Vid tiden för arbetet fanns inte någon utredning från Gävle kommun att tillgå gällande vilket avrinningsområde som skulle vara aktuellt att leda dagvatten från till våtmarksområdet. Därför gjorde vi beräkningar av flöden från ett möjligt avrinningsområde (se fig 16). För beräkningar av flöden inom dagvattenavledning används ofta en metod som kallas *rationella metoden* (se fig 18). Formeln för denna metod är internationellt erkänd och standardiserad (Svenskt vatten 2016). Den maximala arean som

rekommenderas för flödesberäkningar med rationella metoden är 50 hektar (WSUD 2006). Vårt valda avrinningsområde är 48 hektar och området omfattar tre olika typer av markanvändning: *industri*, *flerbostadshus* och *villor* (se fig. 16). Utifrån de tre delområdena inom avrinningsområdet beräknades sedan en genomsnittlig avrinningskoefficient (se app. A1) baserat på värden från tabell 2. Dagvattnet antogs ledas i betongrör och vid dimensionerande regn ha en hastighet på 1,5 m/s enligt tabell 3. Därefter mättes den längsta

sträckan som bidrar med dagvatten i avrinningsområdet och rinntiden beräknades (se app. A2).

För att få en uppfattning om hur stor regnhändelse våtmarken kan hantera gjordes flödesberäkningar på olika regn med återkomsttiderna 1 år, 10 år, 20 år och 50 år med 10 minuters varaktighet. Först beräknades regnintensiteten (se app. A3) för de olika regnhändelserna med Dahlströms ekvation (se fig. 17).

$$P = 190 \cdot \sqrt[3]{T} \cdot \frac{\ln(D)}{D^{0,98}} + 2$$

Fig 17. Dahlströms ekvation där P är regnintensiteten (l/s * ha), T är återkomsttiden (månader) och D är varaktigheten (minuter).

Sedan utfördes flödesberäkningar (se app. A4) för de olika regnhändelserna med rationella metoden (se fig 9). För att kompensera för klimatförändringar användes en klimatfaktor på 1,25.

$$Q = A \cdot C \cdot P(T, D)$$

Fig 18. Rationella metoden där Q är flödet (l/s), A är arean (ha), C är avrinningskoefficienten och P är regnintensiteten från Dahlströms ekvation.

Därefter togs beslut om att sätta 10-årsflödet som maxflöde för våtmarken att hantera. Som jämförelse till 10-årsregnet valde vi även att visa på 1-årsregnets påverkan på våtmarken. Utflöde ur våtmarken sattes till 100 liter per sekund.

Vidare beräknades vilka magasinsvolymen som krävs i våtmarken vid de båda regnhändelserna (1-års- respektive 10-årsregn) (se app. A5). Dessa beräkningar gjordes med flera olika varaktigheter på regn för att bestämma när den maximala volymen i våtmarken nås, dvs när skillnaden mellan in- och utflöde är som störst (se app. tabell 1 och 2). Detta eftersom långa regn med låg intensitet i regel ger de största volymerna (Svenskt Vatten 2016).

Våtmarken består tekniskt av två delar: En försedimentationsdamm och en meandrande del. För utformningen av den meandrande delens medeltvärnsnitt var tre parametrar styrande: Önskat *medeldjup*, *maxbredd* och *släntlutning* (se fig. 19). För att få en uppfattning om vilken storlek på tvärsnittsarea som var rimlig för en permanent vattenyta utgick vi från volymen av ett 1-årsregn. Denna tvärsnittsarea av den permanenta vattennivån multiplicerades med våtmarkens planerade längssträckning på platsen och på så sätt erhöles den permanenta vattenvolym som den meandrande delen av våtmarken håller vid normala förhållanden (se app. A6). Den resterande volymen från 1-årsflödet låg till grund för dimensioneringen av försedimentationsdammen.

Därefter undersökte vi hur reglervolymen, nivåerna i försedimentationsdammen och den meandrande delen, förändras av 1-års- respektive 10-årsflöde (se app. A7). I SketchUp undersöktes hur den meandrande delens bredd påverkas av svämningen.

Tabell 3. Uppskattade vattenhastigheter för beräkning av rinntid (Svenskt Vatten P90, bearbetad).

Typ av yta	Hastighet (m/s)
Ledning i allmänhet	1,5
Tunnel eller större ledning	1,0
Dike eller rännsten	0,5
Mark	0,1

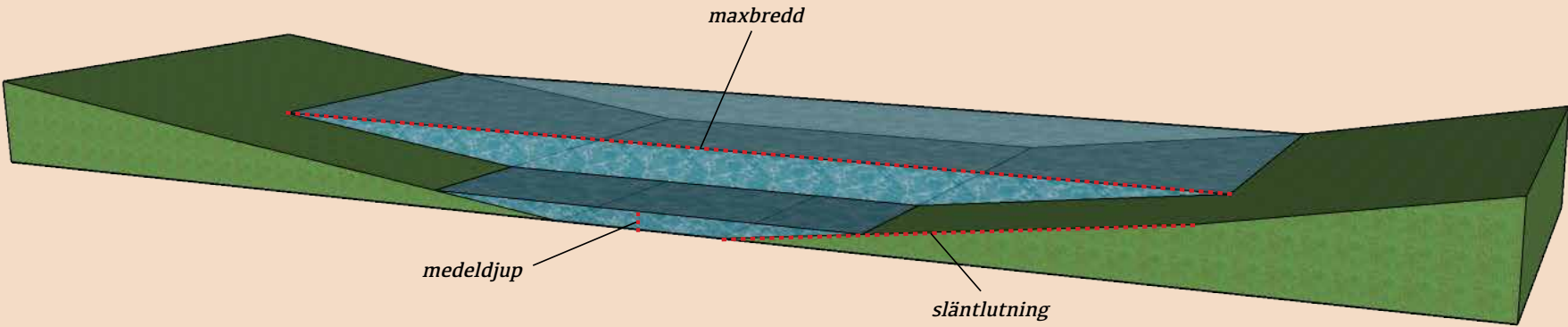


Fig. 19. De tre parametrarna maxbredd, medeldjup och släntlutning som låg till grund för utformningen av ett medeltvärnsnitt.

Tabell 2. Olika typer av bebyggelseområden och deras respektive avrinningskoefficienter (Svenskt Vatten P90, bearbetad).

Områdestyp	Avrinningskoefficient	
	Horisontellt	Kuperat
Bostadshus, tätbebyggelse, ingen vegetation	0,8	0,9
Bostadshus, tätbebyggelse, med trädgårdar, industrier och skolor	0,6	0,7
Bostadshus, öppen bebyggelse	0,5	0,6
Radhus	0,3	0,5
Friliggande villor, små tomter	0,25	0,3
Friliggande villor, stora tomter	0,20	0,25

FÖRSTUDIE

I detta kapitel behandlas olika värden som erhålls av en våtmark. Därefter redogörs för hur våtmarker bäst anläggs gällande utformning, val av växtarter samt underhåll. Vidare beskrivs olika aspekter att ha i åtanke vid gestaltning för rekreation i naturområden och med hänsyn till vinter och sommar. I slutet av varje delkapitel i förstudien sammanställs viktiga faktorer att ha med sig till en gestaltning av en våtmark för rekreation under vinter och sommar. Dessa faktorer sammanfattas i en figur. Avslutningsvis presenteras exempelområdet i Gävle samt resultatet av den dimensionering av våtmarken som ligger till grund för gestaltningskonceptet.

VÅTMARKENS VÄRDEN

Rening av vatten - Våtmarker kan rena exempelvis dagvatten från sedimentbundna föroreningar, kväve och fosfor.

Magasinering - Våtmarker kan magasinera och fördröja dagvatten.

Biologiska värden - Våtmarker har ofta en hög biodiversitet.

Rekreativa värden - En våtmark kan ge naturupplevelser i form av fågelskådning, den kan erbjuda vandringsstråk och vintersport.

(Tonderski et al. 2002, s. 7), bearbetad.

RENING AV VATTEN

En våtmark fungerar som ett naturligt filter, där den huvudsakliga reningen sker med hjälp av jordmånen och vegetationen (Blecken 2016). Reningen sker dels genom

fysiska processer där framförallt partikelbundna föroreningar sedimenterar och på så sätt avskiljs, dels genom biologiska processer där föroreningarna tas upp av vegetationen och av mikroorganismer. En väl fungerande sedimentering av partiklar är avgörande då de tungmetaller som förekommer i dagvatten oftast är bundna till partiklar (Naturvårdsverket 2017b).

Våtmarker fungerar som kvävefällor på flera sätt. Dels genom att vattenlevande växter i våtmarken tar upp och utnyttjar kväve för tillväxt varpå växterna skördas, och dels genom denitrifikation av bakterier när nitrat omvandlas till kvävgas eller lustgas som sedan avgår till luften (Löfroth 1991). Den avgörande faktorn för hur mycket kväve som reduceras i en våtmark är vattnets uppehållstid, det vill säga den tid det tar för vattnet att passera genom våtmarken (Löfroth 1991).

Eftersom biologiska reningsprocesserna är temperaturberoende kan reningsgraden i en våtmark variera beroende på om den är anlagd i ett varmt eller kallt klimat. Dock påverkas fysiska processer, såsom avskiljning av partiklar vid sedimentering, i mindre grad (Blecken 2016).

MAGASINERING

I en våtmark som har flacka slänter och som är omgiven av ytor som kan svämmas finns det en möjlighet till stor variation i vattenmängd utifrån regn eller torrperioder. Det gör att våtmarken fungerar som ett magasin, där den magasinerade volymen kallas för reglervolym (Alm, Banach & Larm 2010). I torra perioder kan vatten från en våtmark användas för bevattning. För detta ändamål bör ytan vara liten i förhållande till volymen i våtmarken för att minska avdunstningen (Tonderski et al. 2002, s. 14). En våtmarks möjlighet att magasinera regnvatten har även en flödesutjämnande effekt.

Om en våtmark är belägen högt upp i ett avrinningsområde kan det därför gynna reningsprocesser längs vägen i och med att vattnet rör sig långsammare och partiklar lättare kan sedimentera (Tonderski et al. 2002, s. 14).

BIOLOGISKA VÄRDEN

En våtmark utgör ett gränsområde mellan vatten och land varför den kan inhysa både arter som finns på land, i vatten samt arter som är specifika för gränsområdet däremellan. Detta gör våtmarken ovanligt rik på arter (Löfroth 1991). I Sverige utgör våtmarker några av de artrikaste miljöerna vad gäller mossor, kärlväxter, insekter och fåglar (Naturvårdsverket 2017a). Andra arter som förekommer i våtmarker är olika typer av snäckor och musslor. Flera av dem är hotade eller nära hotade, exempelvis glatt skivsnäcka, äkta målarmussla och sumpkamgälsnäcka (Naturvårdsverket 2014) (se fig. 20).



Fig. 20. Sumpkamgälsnäcka - Valvata macrostoma. Foto: H. Zell, Wikipedia.

För att få en hög diversitet av faunan i anlagda våtmarker krävs att våtmarken får en komplex form och att bottentopografin är varierad (Tonderski et al. 2002, s. 15). Vattenflöden och vattenståndsvariationer där vatten finns nära markytan är centralt för den biologiska mångfalden i en våtmark. Variationer i vattenstånd skapar även en naturlig störning

som motverkar att vissa fastmarkssarter, som kan orsaka igenväxning, etablerar sig i våtmarken (Naturvårdsverket 2017a). Att arealerna är tillräckligt stora har en påverkan på biodiversiteten och även att det sker någon form av hävd i form av slätter eller bete, vilket leder till olika successionsstadier där fler arter kan etablera sig (Naturvårdsverket 2017a).

Våtmarker och andra småvatten är viktiga habitat för olika groddjur. Bland annat som en följd av utdikningar i jordbrukslandskapet råder det brist på denna typ av vatten, och detta är en orsakerna till att nio av tretton groddjursarter i Sverige är rödlistade (Tonderski et al. 2002, s. 143). Åtgärder som gjorts med nyanläggning av småvatten och våtmarker har visat sig ha en positiv effekt på många groddjursarter, som exempelvis vanlig padda, klockgroda och lövgroda (Naturvårdsverket 2014). Groddjur behöver en lämplig omkringliggande mark runt våtmarken, gärna i form av dungar av blandskog där de kan söka föda och övervintra (Naturvårdsverket 2017a). För att groddjurs reproduktion ska kunna ske krävs att våtmarken är fri från fisk.

En näringsrik våtmark verkar begränsande på flora och fauna och kan leda till igenväxning, vilket skapar ett ökat behov av skötsel (Tonderski et al. 2002, s. 15). Faunan i vattnet påverkas av hur marken runt omkring ser ut och en omväxlande växtlighet med olika höjd och struktur främjar en hög biodiversitet i våtmarken (Tonderski et al. 2002, s. 15). Våtmarkens placering i förhållande till andra befintliga våtmarker påverkar vilka arter som kan nå den. Om avståndet är för långt finns det en risk att endast arter med god spridningsförmåga kan etablera sig i den anlagda våtmarken (Tonderski et al. 2002, s. 16). Även om antalet arter i en viss våtmark inte är så många kan en våtmark ha betydelse för artrikedomen i ett större perspektiv genom att exempelvis fungera som rastplats för flyttfåglar (Tonderski et al. 2002, s. 16).

REKREATIVA VÄRDEN

Hur användarvänlig en våtmark är för rekreation styrs mycket av hur nära den ligger en tätort och hur tillgänglig den är (Tonderski et al. 2002, s. 16). Våtmarker kan vara olämpliga som rekreationsplatser av flera anledningar. Om en anlagd våtmark hanterar avloppsvatten kan det finnas risk för smittspridning vid inloppet (Tonderski et al. 2002, s. 16). Våtmarken kan även utgöra en drunkningsrisk för små barn beroende på utformning (Tonderski et al. 2002, s. 16). En släntlutning på max 1:8 rekommenderas för en säker vistelse i området (WSUD 2006).

Vid anläggning av våtmarker kan det finnas oro bland närboende för ökat antal mygg. Genom att hålla ett vattendjup på mer än 50 cm kan man motverka en ökad produktion av stickmyggor enligt en nordamerikansk undersökning (Tonderski et al. 2002, s. 149). Flacka stränder och översvämningsytor utgör alltså en ökad risk för myggproduktion.

För att gynna fågellivet och därmed möjligheten till fågelskådning bör slänterna hållas flacka och vegetationen låg, gärna genom bete, vilket gynnar olika vadarfåglar (Tonderski et al. 2002, s. 18). Många sångare gynnas däremot av busk och lövträdvegetation (Tonderski et al. 2002, s. 18). Fisk bör undvikas om man i våtmarken vill prioritera vadarfåglar eftersom dessa konkurrerar med fåglarna om bottenföda (Tonderski et al. 2002, s. 18). Vidare bör höga träd i strandzonen undvikas då dessa kan fungera som utkiksplatser för rovfåglar, vilka gärna tar ägg och ungar från vadare och andra fåglar som lever vid våtmarken (Tonderski et al. 2002, s. 18).

Då växtligheten i översvämningszonerna ofta till stor del består av vass är dessa områden ofta svårtillgängliga. Dessutom kan slam och sediment som avsätts göra området svårt att beträda, varför en viss skötselnivå i form av slätter eller bete

i kombination med spångning kan vara viktiga inslag för att våtmarken ska fungera för rekreation (Tonderski et al. 2002, s. 18).



Fig. 21. Tofsvipa - en vadarfågel som trivs i våtmarker. Foto: Karl Fredrik Sjölund.

VAD VI TAR MED OSS:
Lång uppehållstid för kvävereducering
Flacka slänter för magasinering
Komplex form
Varierad bottentopografi
Svämning blir naturlig störning, hindrar igenväxning
Hävd genom slätter eller bete
Fritt från fisk gynnar groddjur och vadarfåglar
Dungar av busk eller träd gynnar groddjur
Säkerhetsaspekter
Flacka slänter och låg vegetation gynnar vadarfåglar
Undvika höga träd i strandzonen
Tillgänglighet (spångning)
Skötselaspekter

ANLAGDA VÅTMARKER

Anlagda våtmarker efterhärmar de processer som pågår i naturliga våtmarker. Genom att anlägga våtmarker i närheten av bebyggelse kan dagvatten fördröjas och magasineras nedströms och därmed skapas en flödesutjämning (Naturvårdsverket 2017a). Våtmarker i städer kan bidra till ett svalare lokalklimat eftersom den stora vattenytan har en kylande effekt (Naturvårdsverket 2017a). Anlagda våtmarker kan på grund av sin storlek och inslag av växtlighet med fördel även användas som en del i ett större ekologiskt sammanhang.

Våtmarker bör utformas så att de smälter in i landskapet och ha former som uppfattas som naturliga (Naturvårdsverket 2017a). Våtmarken ska gärna uppfylla mer än ett syfte, till exempel både dagvattenrening och att den stärker kulturhistoriska värden eller fungerar som rekreationsområde (Naturvårdsverket 2017a).

UTFORMNING

Våtmarkens utformning spelar en avgörande roll för hur effektiv avskiljningen av partiklar och näringsämnen blir (Tonderski et al. 2002, s. 10). Några av de grundläggande faktorerna som påverkar reningsgraden är *flödesvariation*, *uppehållstid*, *vegetationstäthet* och *vegetationsdiversitet*. (Tonderski et al. 2002, s. 10). För att uppnå en god rening bör även förhållandet mellan den anlagda våtmarkens

area och det hårdgjorda avrinningsområdet, den *relativa våtmarksarean*, vara minst 2% (Blecken 2016).

När rinnande vatten når en vattenyta, vars volym eller yta är större än tillflödets yta, minskar flödes hastigheten (Tonderski et al. 2002, s. 55). Genom våtmarkens utformning avseende djup och vattenytans storlek kan vattnets flödes hastighet regleras. Vidare kan en meandrande form på våtmarken förlänga dess strandlinje och därmed även förlänga vattnets uppehållstid (Naturvårdsverket 2017a). Uppehållstiden styr hur fina fraktioner som hinner falla till botten och sedimentera. För att uppnå både en god avskiljning av fina partiklar och en hög kväverening bör uppehållstiden vara mellan 48-72 timmar (WSUD 2006). Ofta anläggs en försedimentationsdamm som vattnet passerar innan det når våtmarken. På så sätt avskiljs många av de grövsta partiklarna i början av dagvattenanläggningen. Är försedimentationsdammens släntlutning brantare än 1:5 behöver den av säkerhetsskäl hägnas in med stängsel (WSUD 2006).

Inloppen till våtmarken bör utformas så att det inkommande vattnet sprids ut för att uppnå en så hög *hydraulisk effektivitet* som möjligt. Vattnet fördelas då jämnt över våtmarken vilket gör att större delen av våtmarksytan kan nyttjas till de vattenrenande processerna (Tonderski et al. 2002, s. 255). Ett sätt att uppnå detta kan vara



Fig. 22. En skiss över principen för hur vattennivån regleras i en damm eller våtmark. Figur från Tonderski et al. (2002, s.259), bearbetad av Mattias Lazar.

genom att framför inloppet placera en ö eller stenar som bryter det inströmmande vattnet och sprider det över en större yta (Tonderski et al. 2002, s. 255). Även våtmarkens längd- och breddförhållanden är avgörande för den hydrauliska effektiviteten (Tonderski et al. 2002, s. 94).

Utloppets dimensionering och placering reglerar vattennivån i våtmarken. Beroende på hur utloppet dimensioneras kan vattennivån i våtmarken regleras mellan en max- och miniminivå (Tonderski et al. 2002, s. 259). Miniminivån utgör den permanenta vattenytan. För att hindra vattennivån att överstiga maxnivån och orsaka översvämning vid höga flöden används en bräddanordning där vattnet kan rinna över.

Miniminivån regleras istället med utloppet (se fig. 22.) Zonen med vattenväxter, den makrofyta zonen, bör vara kring 0,5 m djup men djup upp till 0,75 kan fungera om den hydrauliska effektiviteten bedöms som högre än 80% (WSUD 2006). Våtmarken bör utformas med en sekvens av olika djup där olika arter kan etableras blandat med små öppna vattenzoner, beroende på vilka föroreningar som avses att renas (WSUD 2006). (se fig. 23)

En anlagd våtmark ska kunna hålla och fördröja vatten, och om den befintliga jorden är alltför genomsläpplig bör botten av våtmarken prepareras för att säkerställa att våtmarken är vattenfylld (WSUD 2006).

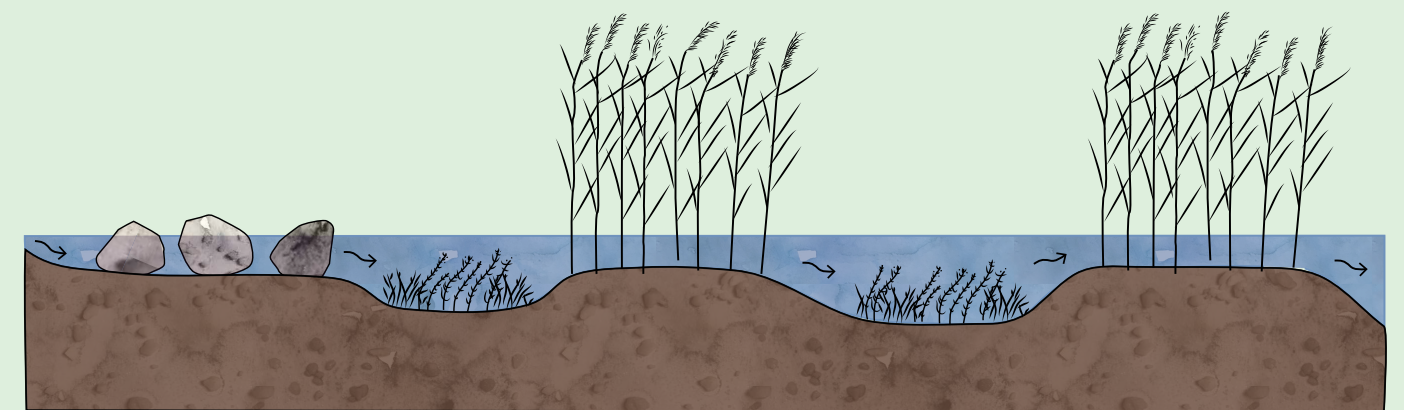


Fig. 23. Bottentopografi. En varierad bottentopografi bromsar vattenflödet vilket ökar reningseffektiviteten i våtmarken. Figur från Tonderski et al. (2002, s.262), bearbetad av Ia Neumüller.

VÄXTVAL

Växterna i en våtmark har förutom estetiska- och vattenfördröjande funktioner även en viktig del i reningen av dagvattnet. Vegetationen i vattenzonen kan filtrera partiklar och öka sedimentationsgraden i våtmarken (Svenskt vatten 2011). Växter kan ta upp betydande mängder metaller, och de flesta ackumulerar dessa i rotsektionen, med en viss transport till bladen (Blecken 2016). Hur mycket metaller som tas upp beror på många olika faktorer såsom våtmarkens utformning, årstid, temperatur, växtlighet, antal dagar med torka före regnet och regnintensiteten (Blecken 2016).

Under vår och försommar är näringsupptaget hos växter som högst (Tonderski et al. 2002, s. 52). Framåt hösten när växterna dör frigörs en del av de upptagna näringsämnena. Hur mycket som frigörs beror till stor del på växternas anatomi och växtsätt (Tonderski et al. 2002, s. 52). Hos fleråriga växter med välutvecklade rötter kan en stor del av den upptagna näringen transporteras till rötterna där den lagras inför nästa växtsäsong (Tonderski et al. 2002, s. 52). Det sker innan de ovanjordiska delarna dör och bryts ner. Hos ettåriga undervattensväxter, som inte har lika utvecklade rotsystem och mer eller mindre bryts ner helt, frigörs däremot en stor del av näringen. Deras sämre förmåga att kvarhålla näringen över tid innebär samtidigt att näringstransporten till recipienten endast fördröjs i några månader, men att näringsutflödet från våtmarken i slutändan är detsamma (Tonderski et al. 2002, s. 52). Genom att skörda de ettåriga växterna innan de bryts ner kan växternas förmåga till upptag utnyttjas mer effektivt (Tonderski et al. 2002, s. 53)

Vid anläggning av en våtmark bör inhemska växter som finns i närliggande liknande miljöer användas för att efterlikna naturliga förhållanden (Davis 1995). Det ställs också särskilda krav på växterna. De ska klara av att området svämmas med

jämna mellanrum samt tåla föroreningar (Davis 1995). På de ytor som ibland svämmas men som annars är förhållandevis torra behöver växterna kunna klara även det. Vidare är salttåliga växter en fördel då dagvatten ofta innehåller en del salt från halkbekämpning.

Exempel på växter som är lämpliga i en våtmark. Källa är Nordens flora av Mossberg och Stenberg (2018) samt Svenskt Vatten P105 (2011). Källor till samtliga fotografier i växtkapitlet anges i referenslistan på sida 53.

ÖRTER

Caltha palustris - kabbleka. Våt, näringsrik mark. Perenn. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 10-50 cm.

Carex rostrata - flaskstarr. Våt mager dy eller torvmark, sjö och åstränder, kärr, diken. Perenn. Erosionstålig. Reducerar vattenströmning. Filtrerar partiklar. Bidrar till kväveomvandling. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 25-100 cm.

Eupatorium cannabinum - hampflockel. Fuktig till våt, näringsrik jord. Perenn. Erosionstålig. Höjd: 30-150 cm.

Filipendula ulmaria - älgört. Fuktig till våt mark, i strandzonen. Perenn. Höjd: 50-150 cm.

Geum rivale - humleblomster. Fuktig, näringsrik mark, trivs i rörligt markvatten. Perenn. Höjd: 20-50 cm.

Iris pseudacorus - gul svärdsilja. Trivs i grunt vatten och näringsrik miljö. Perenn. Erosionstålig. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 50-150 cm.



Eupatorium cannabinum - hampflockel



Filipendula ulmaria - älgört



Geum rivale - humleblomster

Juncus conglomeratus - knapptåg. Både i våta, fuktiga samt torra områden. Perenn. Erosionstålig. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 30-100 cm.

Juncus compressus - stubbtåg. Vanlig på frisk till fuktig mark, klarar perioder av torka. Perenn. Höjd: 10-40 cm.

Lysimachia vulgaris - strandlysing. Trivs på fuktiga näringsrika jordar, kärr, sjöar. Perenn. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 50-60 cm.

Lythrum salicaria - fackelblomster. Vanlig på våt, öppen mark. Stränder, kärr. Perenn. Tål vattenståndsvariationer. Höjd: 40-150 cm.

Mentha aquatica - vattenmynta. Våt näringsrik mark. Perenn. Tål vattenståndsvariationer. Filtrerar partiklar. Höjd: 20-70 cm.

Persicaria amphibia - vattenpilört. I vatten eller på näringsrik mark. Perenn. Beståndsbildande med krypande jordstammar.

Phalaris arundinacea - rörflen. Fuktig till våt näringsrik mark, stränder, fuktängar. Perenn. Erosionstålig. Tål vattenståndsvariationer. Bidrar till kväveomvandling. Höjd: 70-200 cm.

Phragmites australis - vass. Fuktig till våt näringsrik mark, stränder, kärr. Perenn. Erosionstålig. Tål vattenståndsvariationer. Filtrerar partiklar. Reducerar vattenströmning. Bidrar till kväveomvandling. Höjd: 100 - 400 cm.

Potamogeton natans - gäddnate. Dybottnar, sjöar, dammar. Perenn. Utsöndrar syre till vattnet.

Schoenoplectus lacustris - säv. I sötvatten i sjöar, åar och pölar. Perenn. Höjd: 100-300 cm.

BUSKAR OCH TRÄD

Alnus glutinosa - klibbal. Vanlig på fuktig till våt, näringsrik mark. Stränder, kärr. Höjd: 5-25 m.

Betula pubescens - glasbjörk. Torr till våt mark. Fuktskogar och fuktängar. Höjd: 8-20 m.

Frangula alnus - brakved. Vanlig på fuktig till våt näringsfattig mark. Sumpskogar, fuktängar och mossor. Höjd: 2-6 m.

Myrica gale - pors. Vanlig på mager fuktig till blöt torv eller sand. Stränder, myrar och kärr. Bildar ofta snår. Höjd: 0,5-1,5 m.

Salix cinerea - gråvide. Vanlig på fuktig till våt, näringsrik mark. Vindtålig. Rotskott. Höjd: 1- 6 m.

Salix petandra - jolster. Vanlig på fuktig mark. Stränder, kärr och sumpskogar. Höjd: 1-15 m.



Mentha aquatica - vattenmynta



Phragmites australis - vass



Phalaris arundinacea - rörflen



Schoenoplectus lacustris - säv

EXEMPEL PÅ VÄXTER I OLIKA ZONER

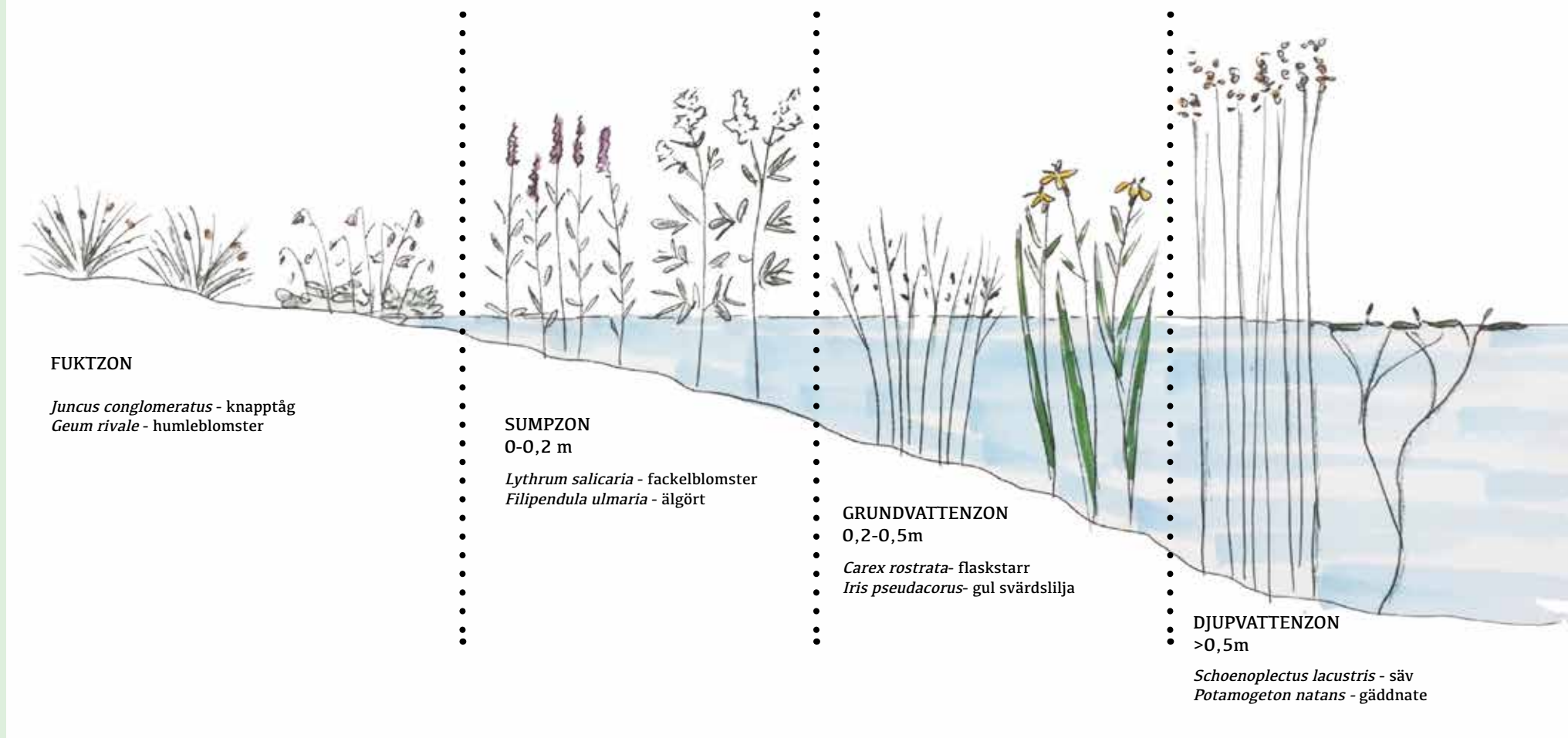


Fig. 22. Illustration som visar de olika zonerna kring en våtmark och förslag på växter som trivs i de olika zonerna.



Som en följd av våtmarkens vattenståndsvariationer kan mer eller mindre tydliga vegetationsbälten eller zoner bildas (Svensson 1998) (se fig. 22). *Fuktzonen* eller fuktängen kallas den zon som huvudsakligen ligger över vattenlinjen även när våtmarken svämmar. Denna yta är tidvis fuktig och blöt men torkar vanligtvis upp sommartid. *Sumpzonen* eller maden heter den som zon som går mellan den svämmade nivån i våtmarken och ner till strandlinjen vid normalflöden med ett vattendjup på 0 - 0,2 meter (Svensson 1998). Vidare kan våtmarkens växtzoner delas in i en *grundvattenzon* där vattendjupet är mellan 0,2 och 0,5 meter och en *djupvattenzon* där djupet är mer än 0,5 meter.

UNDERHÅLL

När fosfor och partikelbundna föroreningar sedimenteras ansamlas de på våtmarkernas botten. På grund av risken för läckage från dessa ansamlingar är det viktigt att gräva bort sedimenten med jämna mellanrum (Tonderski et al. 2002, s. 11). För att detta ska vara möjligt behöver grävmaskiner enkelt kunna ta sig till våtmarken. Likaså är det viktigt med möjlig angöring för servicepersonal vid våtmarkernas in- och utlopp eftersom dessa riskerar att sättas igen över tid. Exempelvis kan skräp och organiskt material som fastnar vid utloppen i värsta fall leda till att vattennivån i våtmarken höjs (Blecken 2016). Detta kan i sin tur leda till att vegetationen dränks och vidare till att reningsprocessen försämras. En förutsättning för

att bibehålla våtmarkens funktion över tid är således goda möjligheter till angöring för både servicefordon och personal som kan utföra kontroller.

För att undvika att våtmarken växer igen kan det vara nödvändigt med någon form av hävd, såsom bete eller slåtter (Naturvårdsverket 2017a). Slåtter av vass görs bäst om stråna slås av under vattenytan. Ibland kan tuvbildning försvåra slåtter och då kan bränning vara ett alternativ. Då är det viktigt att endast bränna vissa delar av våtmarken ett visst år i taget, annars kan vissa populationer slås ut (Naturvårdsverket 2017a).



Fig. 23. Hävd i form av bete eller slåtter är nödvändig för att undvika igenväxning av våtmarken. Foto: Ia Neumüller.

VAD VI TAR MED OSS:

- Naturlig form smälter in i landskapet
- Flödesvariation
- Varierad vegetationstäthet
- Vegetationsdiversitet
- Försedimentationsdamm
- Säkerhetsaspekter
- Meandrande form förlänger strandlinje
- Öar eller stenar vid inlopp ger jämn spridningsfördelning
- Längd - breddförhållande för damm och våtmark
- Bräddanordning för höga flöden
- Uppfylla flera syften med anläggningen
- Använda inhemska arter från närliggande miljöer
- Använda arter som tål både att stå i vatten och perioder av torka
- Använda perenner
- Angöring för underhåll
- Bete eller slåtter för att undvika igenväxning

GESTALTNING FÖR REKREATION I NATUROMRÅDEN

Många människor njuter av att vara ute i naturlika miljöer. För att skapa bra förutsättningar för att kunna röra sig i ett våtmarksområde är det viktigt att förse platsen med stigar som underlättar för besökare att ta sig runt. Simon Bell (1997) menar att stigarnas sträckningar och det material stigarna består av bör väljas med omtanke. På så sätt minskar risken att den naturliga känslan på platsen försvagas (Bell 1997, s. 111). Ett resultat av för få anlagda stigar kan bli att besökare trampar upp egna, varpå risken för erosion i området ökar. Egna upptrampade stigar kan också ha en negativ påverkan på djurlivet (Bell 1997, s. 112), varför det bör finnas vissa zoner som är skyddade från att beträdas.

Enligt Kaplan och Kaplan uppskattas sammanlänkade stigar mer än om det finns en enda slinga i ett område. Alltför många sammanlänkningar kan dock upplevas som förvirrande av besökare och stigarna bör därför skilja sig genom bredd eller material för att underlätta orienteringen (Kaplan, Kaplan & Ryan 1989, s. 95). Vidare anser de att slingrande stigar uppskattas i högre grad än raka, men bara om de följer topografin eller böjs mot landmärken.

Vatten är ofta ett uppskattat inslag i olika miljöer. Det starka intryck som vatten bidrar med på en plats beror till stor del på vattenkantens utformning. Eroderade kanter eller där vattnet svämmar över en definierad kant tenderar att uppskattas mindre av besökare (Kaplan, Kaplan & Ryan 1998). Samtidigt kan alltför hårdgjorda kanter som anläggs för att styra vattnet och minska erosion på motsvarande sätt uppfattas som mindre

tilldragande. Enligt Kaplan och Kaplans forskning är den form som uppskattas mest den där vegetation, vatten och land möts i en naturlig, meandrande form.

Att uppleva djurliv är för många en stor del av rekreationsvärdet på en plats. Gestaltade observationsplatser är ett sätt att skapa möjligheter för detta. Genom att placera observationsplatsen med utblick åt norr, blir vyn belyst och djuren lättare att se samtidigt som observationsplatsen hamnar i skugga och blir mindre framträdande (Bell 1997, s. 193). Vegetation och områdets topografi kan med fördel utnyttjas till att göra observationsplatsen mindre synlig (Bell 1997, s. 193).

GESTALTNING FÖR VINTER OCH SOMMAR

För att skapa en plats för rekreation som ska fungera både på sommaren och vintern krävs vissa anpassningar, och årstider är något vi behöver förhålla oss till på våra breddgrader. Hur kan utformningen för dessa båda ytterligheter, vinter och sommar, stå i kontrast och kanske berika varandra och upplevelsen av platsen?

Det finns många möjligheter att locka fler till utevistelse genom att vara medveten om och dra fördel av årstidsvariationer vid skapandet av en plats. Med utformningen kan man åstadkomma mikroklimat som möjliggör mer skyddade miljöer vilket minskar det kalla klimatets inverkan på det dagliga livet (Pressman 1988). Främst handlar det om att optimera solljuset och erbjuda skydd från kalla nordliga vindar.



Fig. 24. Nackareservatet i Stockholm. En bred spång underlättar för besökaren i den svårtillgängliga terrängen. Foto: Ia Neumüller.

Sådana “solfickor” blir till trivsamma platser att mötas och umgås på (Pressman 1988). Vegetation kan i viss mån bidra till ett bra mikroklimat. Planterade lövträd som ger välbehövlig skugga på sommaren släpper igenom sol på vintern när löven fallit. Barrträd ger både färg på vintern och skyddar mot vind året runt (Pressman 1988). Sommartid bidrar blommor med upplevelser av både dofter och färger. Blomsterprakt i kombination med vatten uppskattas av många människor och kan locka besökare till en plats.

I staden Fort St John i Canada togs år 2000 fram riktlinjer för att hur en bra vinterstad skapas vad gäller utformning, färgsättning, materialval och växtval. De anser att varma färger framträder bäst och är mest intressant i en vintermiljö. Gällande materialval och vilken komfort de ger under de kalla månaderna rekommenderas trä och vissa kompositmaterial, eftersom dessa material ger en bra komfort under en längre tid av året än betong och metall (Fort St John 2000). Bra att tänka på vid val av material är att salt, som är vanligt förekommande i dagvatten, korroderar metall, porös betong, tegel och sten (Fort St John 2000).

Tillagda element på en plats kan användas på olika sätt under sommar och vinter. Ett vindskydd kan under vintern ge skydd mot vinden medan den på sommaren kan ge skugga och fungera som observationsplats, om den är utformad med exempelvis titthål. Observationsplatsen kan även vara utformad på ett sätt som ger nya möjligheter till användning under vintern när den täcks med snö. Skyddade attraktiva platser har möjlighet att bli sociala mötesplatser under både vinter och sommar.



*Fig. 25. Nackareservatet i Stockholm. En al ger lövskugga intill vattnet.
Foto: Ia Neumüller.*

VAD VI TAR MED OSS:
Sammanlänkade stigar
Stigar av olika bredd och material för orienterbarhet
Dolda observationsplatser
Skyddade zoner för att främja djurliv
Skapa mikroklimat (optimera solljus, vindskydd,
lövträd ger skugga, barrträd ger färg på vintern)
Trä och kompositmaterial för komfort under vintern
Varma färger

SAMMANFATTNING AV VIKTIGA ASPEKTER FRÅN FÖRSTUDIEN

Förstudien i detta arbete spänner över såväl tekniska och biologiska perspektiv som praktiska och estetiska. De aspekter som samlats i slutet av varje delkapitel kan kategoriseras i olika fokusområden beroende på deras påverkan på utformningen av våtmarken. De olika fokusområdena är *teknisk utformning och skötsel*, *biodiversitet och växtval* samt *rekreation och årstider* (se fig. 26).

TEKNISK UTFORMNING & SKÖTSEL

- Flacka slänter för magasinering
- Lång uppehållstid för kvävereducering
- Flödesvariation
- Varierad vegetationstäthet
- Vegetationsdiversitet
- Försedimentationsdamm
- Meandrande form förlänger strandlinje
- Öar eller stenar vid inlopp ger jämn spridningsfördelning
- Längd- breddförhållande för damm och våtmark
- Angöring för underhåll
- Bete eller slätter för att undvika igenväxning
- Bräddanordning för höga flöden

BIODIVERSITET & VÄXTVAL

- Flacka slänter
- Varierad bottentopografi
- Komplex form
- Svämning blir naturlig störning, hindrar igenväxning
- Hävd genom slätter eller bete
- Dungar av busk eller träd främjar groddjur
- Fritt från fisk gynnar groddjur och vadarfåglar
- Undvika höga träd i strandzonen
- Skyddade zoner för att främja djurliv
- Använda inhemska arter från närliggande miljöer
- Använda perenner
- Använda arter som tål både att stå i vatten och perioder av torka

REKREATION & ÅRSTIDER

- Tillgänglighet (spångning, skyltning, koppling till befintliga stråk)
- Stigar av olika bredd och material för orienterbarhet
- Säkerhetsaspekter
- Naturlig form smälter in i landskapet
- Uppfylla flera syften
- Skapa mikroklimat (optimera solljus, vindskydd, lövträd ger skugga, barrträd färg på vintern)
- Sammanlänkade stigar
- Dolda observationsplatser
- Trä- och kompositmaterial för komfort under vintern
- Varma färger

Fig. 26. Viktiga aspekter från förstudien uppdelade i tre fokusområden: Teknisk utformning och skötsel, biodiversitet och växtval samt rekreation och årstider.

EXEMPELOMRÅDE FÖR ANLÄGGNING AV VÅTMARK

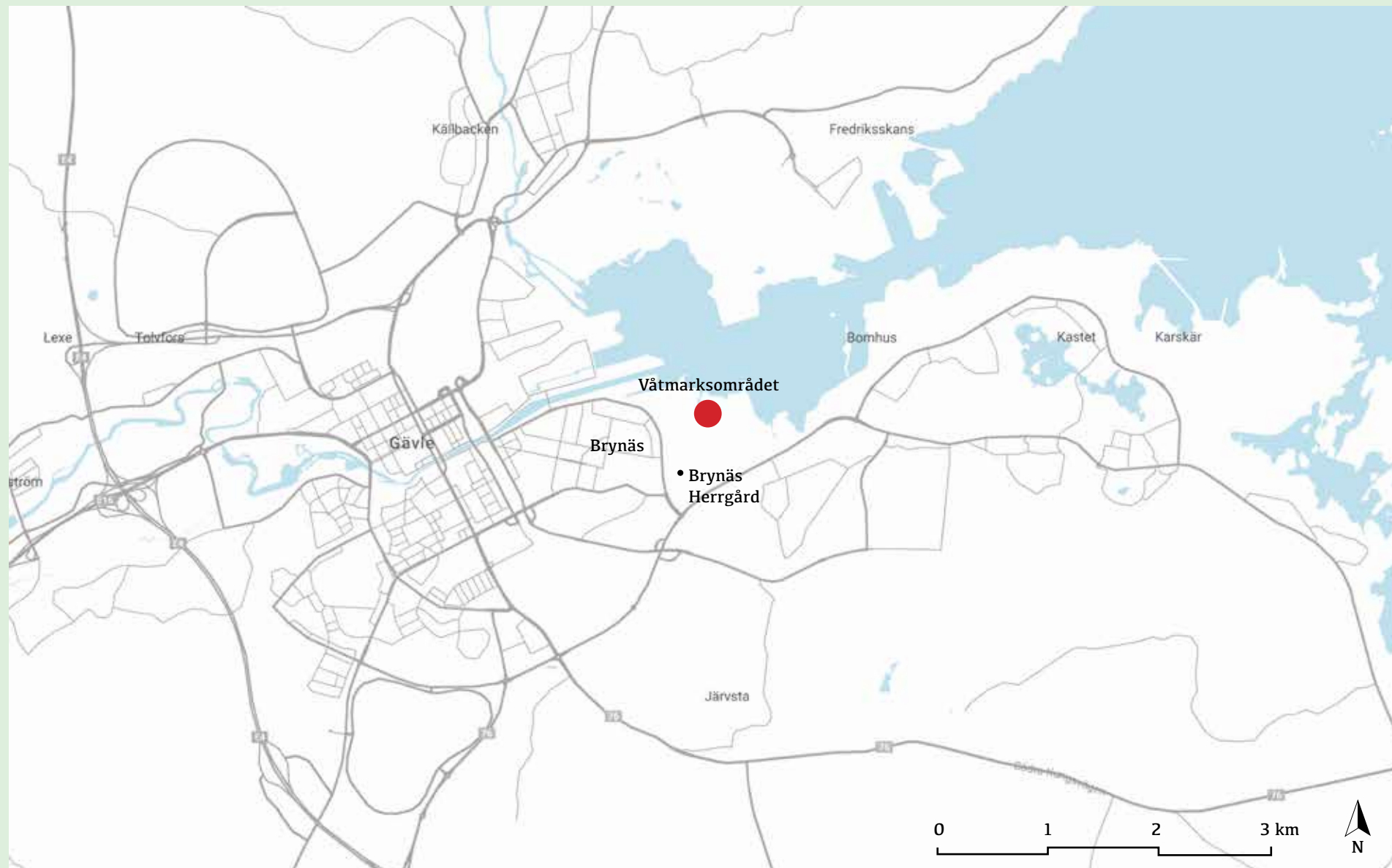


Fig. 27. Översiktskarta som visar Gävle och stadsdelen Brynäs. Platsen för det valda våtmarksområdet är markerad med en röd punkt. Källa: Snazzy-maps.com

Ungefär två kilometer öster om Gävle centrum ligger stadsdelen Brynäs (se fig. 27). Stadsdelen har sitt namn efter Brynäs herrgård som legat i området (RAÄ 2018). Brynäs herrgård byggdes på 1700-talet och byggdes till under 1800-talet. Då tillkom även en landskapspark i engelsk stil. Parken ska ha innehållit alléer av ädellövträd, lusthus, stenmurar samt en ruddamm. Idag kan endast rester anas av parken (Gävle kommun 2019a). Brynäs herrgård övertogs 1936 av Gävle stad och den revs 1964 efter att ha förfallit under en längre tid (Gävle kommun 2019a).

Det valda området för våtmarken, fortsättningsvis refererat till som *våtmarksområdet*, ligger i ett grönområde i anslutning till stadsdelen Brynäs. Området ligger i en lågpunkt där jordarten skiftar mellan postglacial lera och gyttjelera närmast havet, samt postglacial lera som överlagrats med fyllnadsmassor (SGU 2019). Området är flackt med en höjdskillnad på ca 2 meter mellan ett tänkt inlopp och utlopp till den inre fjärden. Större delen av våtmarksområdet har ett uppskattat jorddjup mellan 5 - 10 meter ner till berggrunden (SGU 2019). Våtmarksområdet gränsar i väst till ett industriområde och i öst till ett naturreservat (se fig. 28). Söderut ligger Duvbackens reningsverk som tar emot avloppsvatten från centrala

Gävle samt några ytterområden (Bjarne & Kull 2016). Det renade vattnet leds via ledning till Inre fjärden med en utloppspunkt cirka 450 meter ut från land. Reningsverket belastar både Inre och Yttre fjärden med näringsämnen och organiska ämnen (Bjarne & Kull 2016).

Det intilliggande naturreservatet som kallas T-udden är unikt i Gävle då det är ett av de få kvarvarande oexploaterade grönområden som både har havskontakt och utblick över Inre fjärden (Länsstyrelsen Gävleborg 2019). Naturreservatet har fått sitt namn eftersom dess nordligaste spets som sträcker sig ut i Inre fjärden har formen av ett T. Udden är uppbyggd av massor från bygget av trafikleden Österbågen under mitten av 60-talet (Gävle Kommun 2019b). Vegetationen i naturreservatet består till stor del av ädellövsskog, björkskog, klibbalssumpskog och vid stränderna vass. Denna miljö är gynnsam för flera arter, däribland vitryggig hackspett och fladdermöss (Länsstyrelsen Gävleborg 2019). Det går flera vandringsleder genom naturreservatet som erbjuder både utblickar och fågelskådning vilket gör det till ett populärt rekreationsområde.

I Gävle kommuns översiktsplan finns förslag på en längre vandrings- och cykelled längs kuststräckan i kommunen (Gävle kommuns ÖP 2018). Våtmarksområdet skulle med fördel kunna kopplas ihop med det intilliggande naturreservatet. I och med det havsnära läget skulle det även på sikt kunna ingå som en del i ett längre stråk längs havsstranden.



Fig. 28. Situationsplan. Ortofoto © Lantmäteriet. Bearbetad av Mattias Lazar.

DIMENSIONERING AV VÅTMARKEN

I detta avsnitt redovisas resultatet av dimensioneringen av våtmarken. Våtmarkens medeltvärsnittsarea i den meandrande delen baseras på följande (se fig. 30): *Medeldjupet* för den permanenta vattennivån vid normalflöde är satt till 40 centimeter vilket underlättar isbildning på vintern samt ger en vattenspegel på sommaren. Den permanenta vattenytan är sammanhängande för att möjliggöra skridskoåkning på vintern. *Medelbredden* vid normalflöde är 10,5 meter, och vid ett 1-årsregn svämmar våtmarken till 17 meters bredd. Vid maxflödet (10-årsregn) blir medelbredden 25 meter, vilket möjliggör att den meandrande formen bibehålls. Maxflödet baseras på ett 10-årsregn då regn med längre återkomsttid (20-års- respektive 50-årsregn) bedöms vara svåra att hantera och samtidigt kunna behålla den meandrande formen på våtmarken. *Släntlutningen* är satt till 1:8 för att gynna biologisk mångfald samt ur säkerhetssynpunkt för besökare.

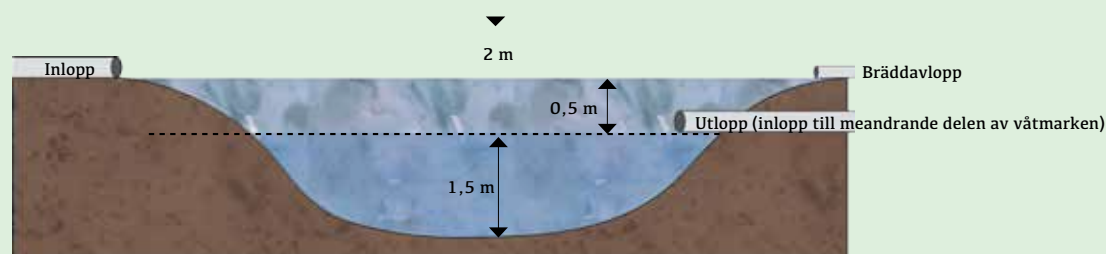


Fig 29. Försedimentationsdammens vattennivåreglering samt inloppet till meandrande delen av våtmarken.

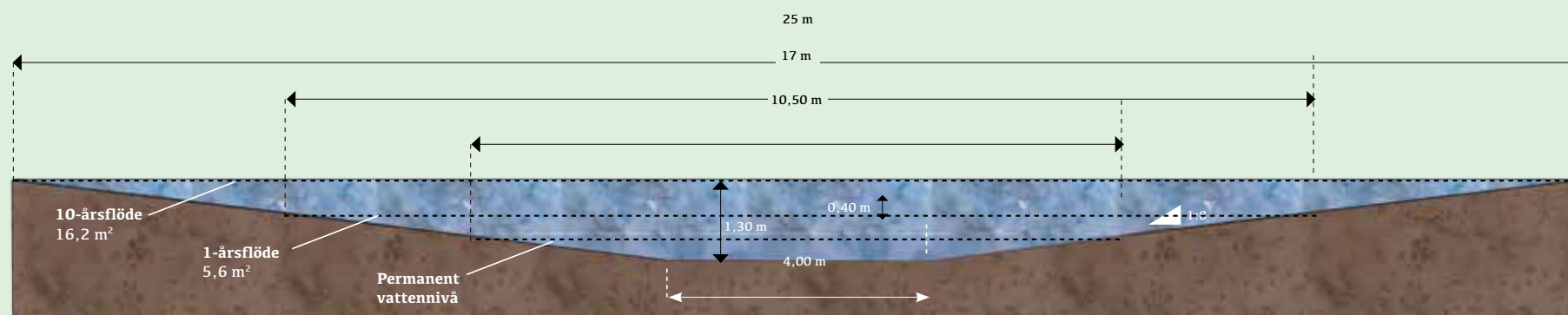


Fig 30. Våtmarkens medeltvärsnittsarea som visar bredd och djup vid normalflöde, 1-årsflöde och 10-årsflöde.

Försedimentationsdammen har en permanent vattennivå på 1,5 meter som styrs av ett utlopp till den meandrande våtmarken (se fig. 29). Dammens area är 2460 m² och den håller 3683 m³ (se app. A6). Försedimentationsdammen har ett bräddavlopp 0,5 m ovanför utloppet vilket ger dammen en reglervolym som tillåter att den kan ta ytterligare 1230 m³ vatten vid höga flöden. Släntlutningen i försedimentationsdammen är brantare än i den meandrande delen av våtmarken.

Vid ett 1-årsregn behöver våtmarken inklusive försedimentationsdamm rymma totalt 6293 m³ (se tabell 1 i appendix). Våtmarkens längd är 900 meter och med en tvärsnittsarea på 5,6 m² magasineras den meandrande delen av våtmarken 5063 m³. Den resterande volymen (1230 m³) regleras i försedimentationsdammen (se app. A7).

Vid maxflöde (10-årsregn) behöver hela våmarken kunna magasinera totalt 15811 m³ (se tabell 2 i appendix). Försedimentationsdammen tar sin reglervolym (1230 m³) och den meandrande delen av våtmarken behöver då magasinera 14581 m³ (se app. A7). Den svämmade tvärsnittsarean blir då 16,2 m² (se fig.30). Vid högre flöden än 10-årsregn leds dagvattnet förbi försedimentationsdammen och den meandrande delen av våtmarken för att inte riskera erosion och resuspension (se nyckelbegrepp sid. 7) av ackumulerade sediment.

UNDERSÖKANDE SKISSARBETE



Valvata macrostoma. Foto: H. Zell.



FORMKONCEPT

Snäckan *Valvata macrostoma*, sumpkamgälsnäcka, är en art som kan förekomma i våtmarker. Dess fascinerande spiralform inspirerar. Den kan ses som en snurra som gradvis sträcks ut och bildar nya former. Dessa olika formvarianter, från omsluten till meandrande, ligger till grund för utformningen av gestaltningens detaljer.

SKISSPROCESS

Med formkonceptet som inspiration undersöktes olika frågeställningar med hjälp av handskisser. Exempel på frågor som undersöktes är: Hur rör man sig runt i våtmarken? Hur tar man sig över vattnet? Vad vill man göra i området? Hur ska platsen upplevas? Hur kan vinter och sommar samspara? Hur upplevs de olika ytorna under vinter och sommar? Som utgångspunkt användes en tankekarta (se fig. 31) som utarbetades under den inledande skissprocessen.

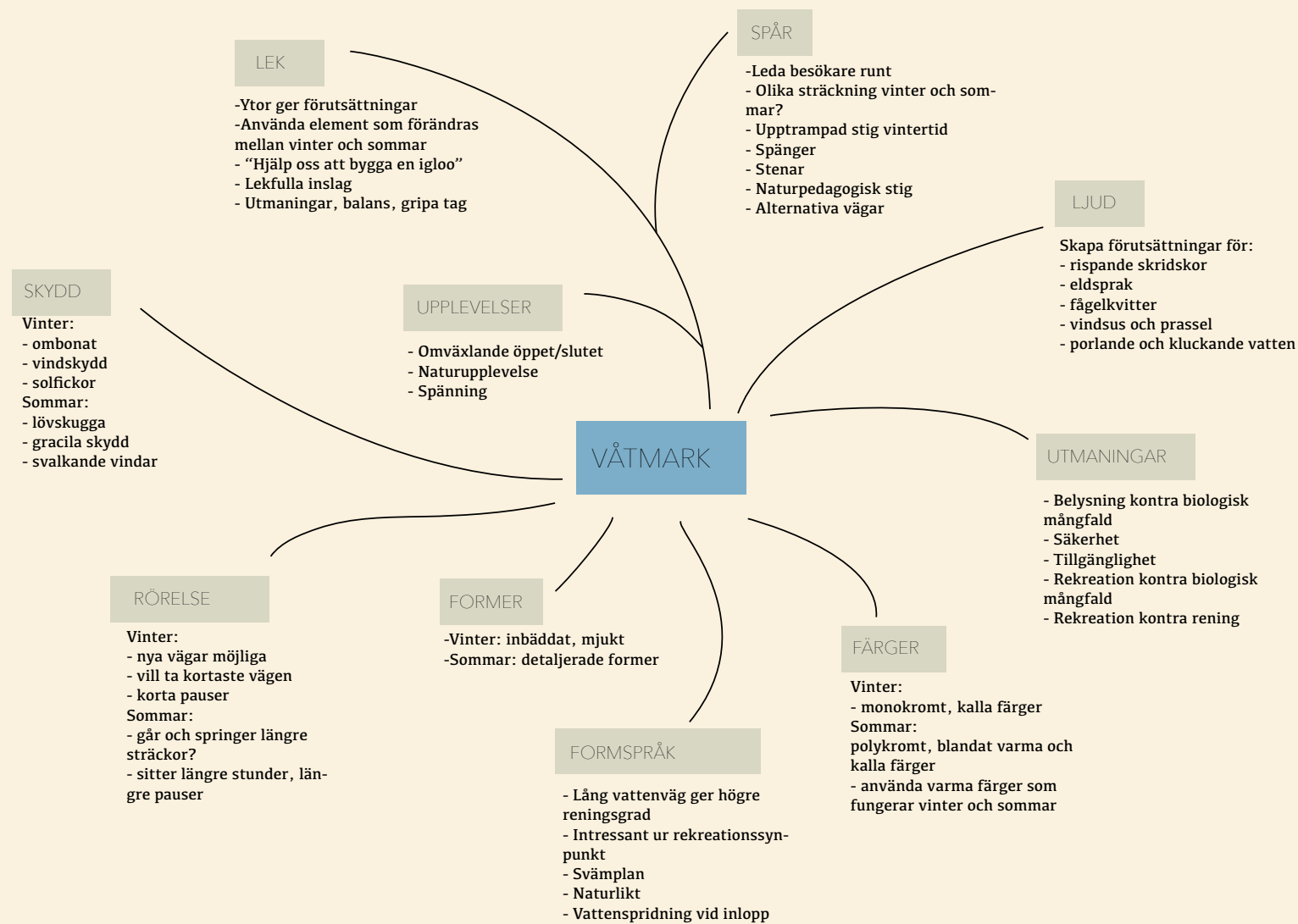
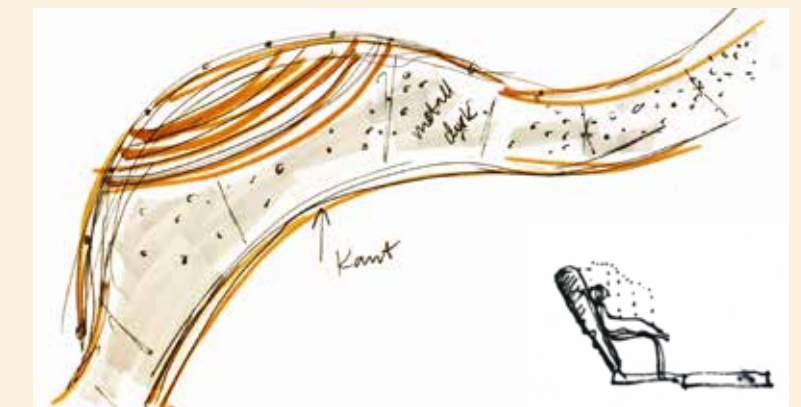


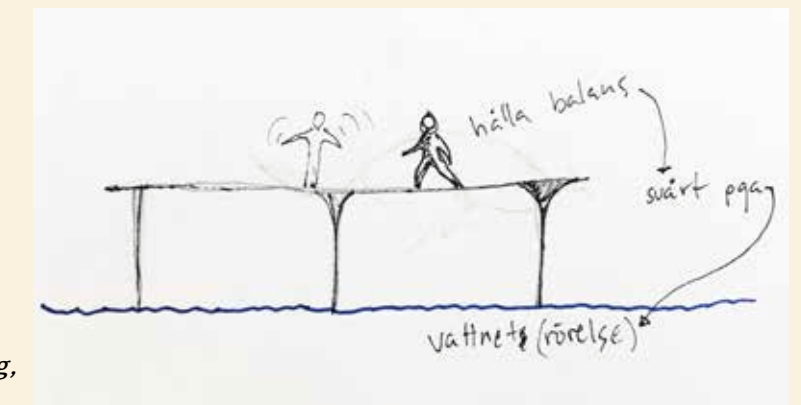
Fig. 31. Den sammanfattande tankekartan från den inledande skissprocessen över olika möjliga aktiviteter och upplevelser vid våtmarken.



Sittplats, solficka, vindskydd, varma färger, gracilt skydd



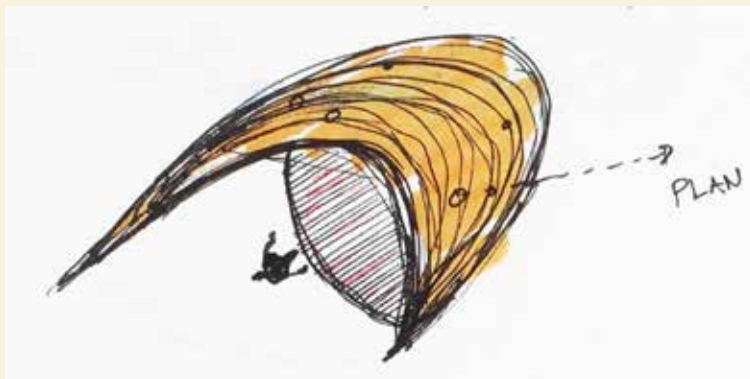
Säkerhet, böljande form, lutning staket, solficka.



Hålla balansen, utmaning, lek.



Vattenspridning vid inlopp, omväxling, utmaningar, skydd, vila. Rörelsemönster.



*Ombonat, titthål,
vindskydd, leka på, leka i.*



*Ska ej vara för hög, men
synas för att locka.*



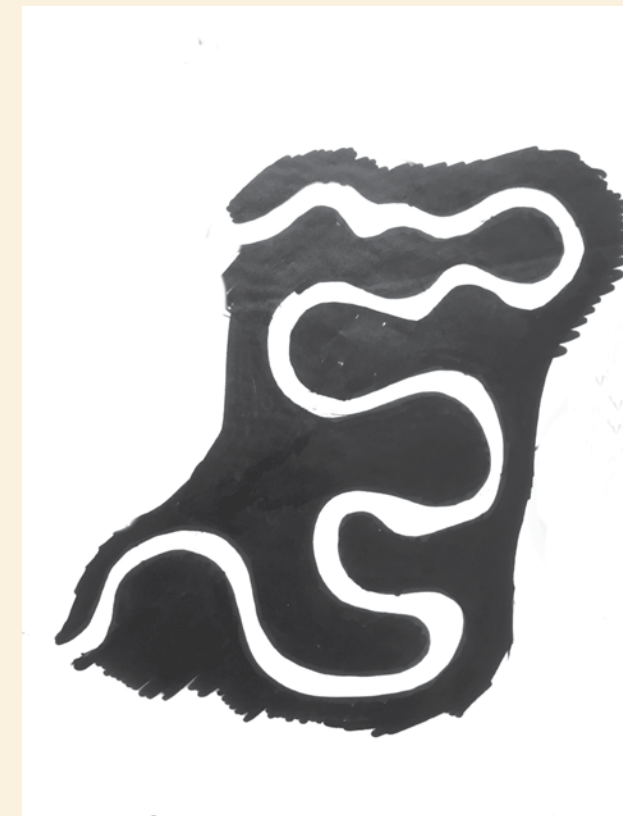
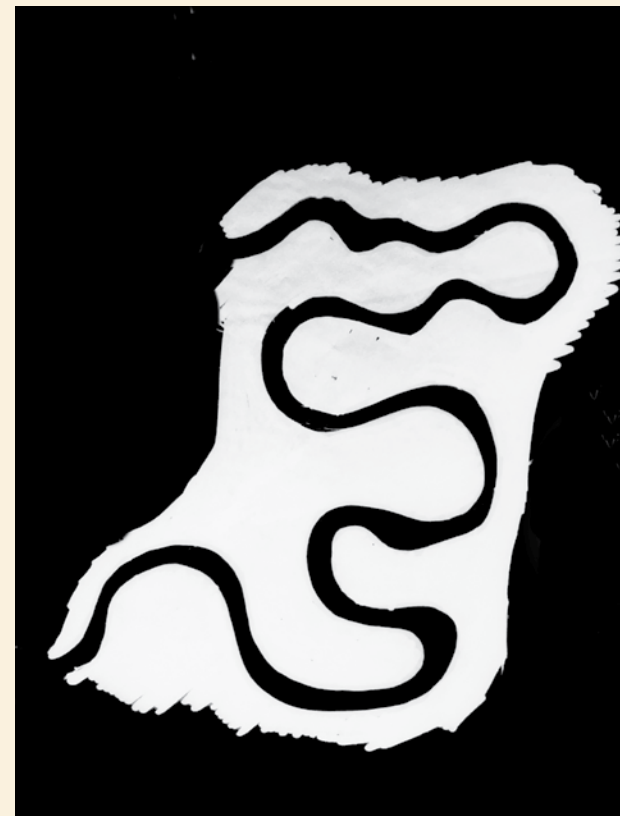
*Sitta, titta, hänga. På
vintern snölabrynt.*



*Hur tar man sig över
vattnet?*



*Sitta, spana ner, hänga,
snöra skridskor.*



*Skiss som undersöker
hur ytor i våtmarken
förändras mellan vinter
och sommar. Vilka ytor
används när? När blir en
yta en barriär?*

VAD VI TAR MED OSS:

- Spänning och lek (stepping stones, gripa tag, ta sig fram till)
- Omväxling mellan öppet och slutet
- Naturupplevelse
- Element som samspelar mellan vinter och sommar
- Skydd (vind, sol, regn)
- Eldningsplats, sitta och hänga
- Spår (leda runt, olika sträckningar, spång, skidspår)
- Ljud (eldsprak, skridskorisp, fågelkvitter, vindsus, prassel, kluck, porlande)
- Meandrande form - stimulerande miljö
- Rörelsemönster under olika årstider
- Målpunkter
- Mötesplatser på spänger

SAMMANSTÄLLNING OCH PROGRAMPUNKTER

Här redovisas en sammanställning över alla samlade aspekter från de olika fokusområdena *teknisk utformning och skötsel*, *biodiversitet* och växtval samt *rekreation och årstider* från arbetets förstudie. Till dessa tillkommer de aspekter som vi tar med oss från skissprocessen. Utifrån denna sammanställning har ett antal programpunkter utarbetats (se fig. 32). Utvalda parametrar från sammanställningen visas även i en typsektion på nästa sida (fig. 33). Därefter visas en programplan som ligger till grund för det fortsatta gestaltungsarbetet (se sid. 45).

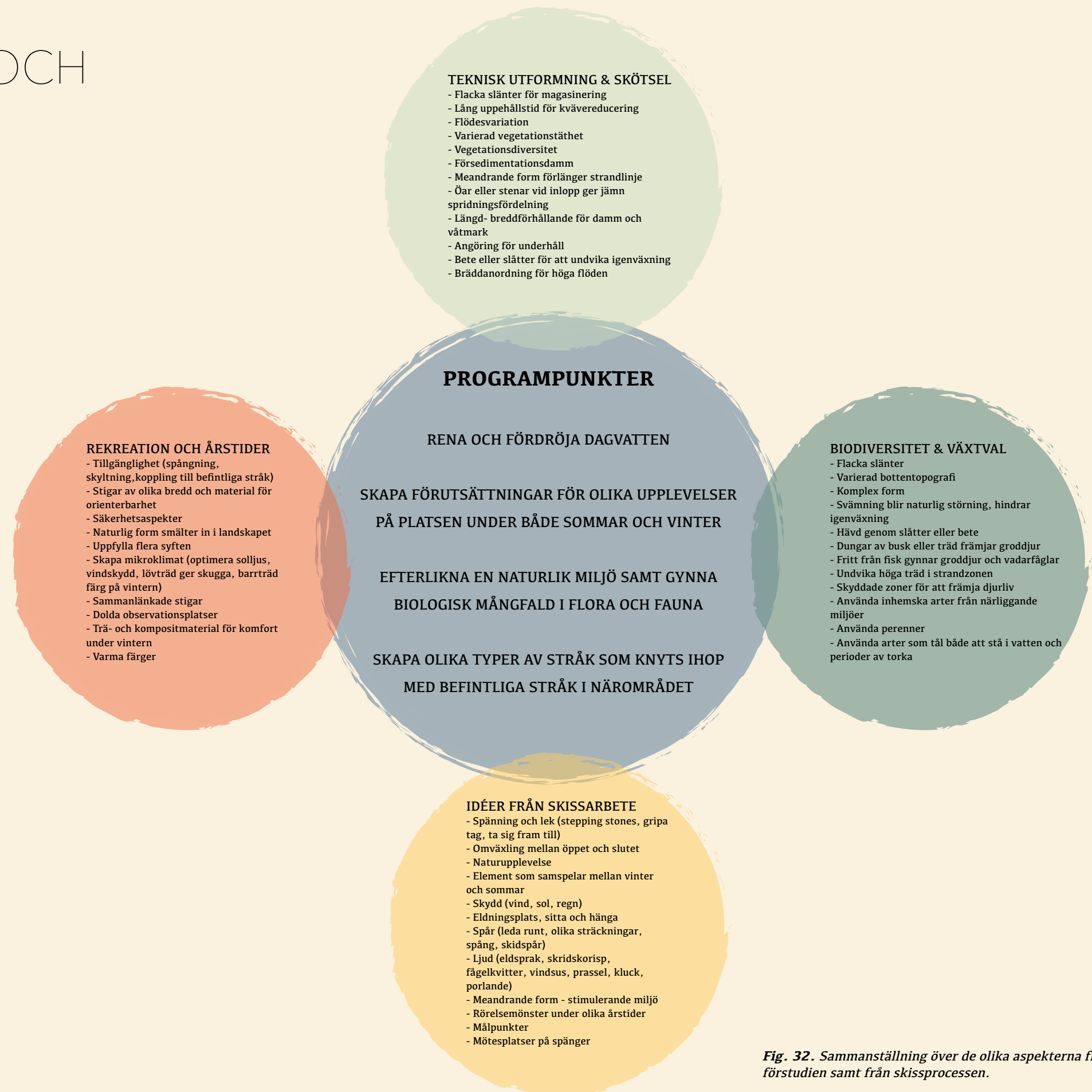


Fig. 32. Sammanställning över de olika aspekterna från förstudien samt från skissprocessen.

Träd placeras en bit från strandzonen för att undvika att dessa fungerar som utkiksplats för rovfåglar som gärna tar ägg och ungar från vadarfåglar.



Vanlig padda. Foto: Fredrik Engdahl

Groddjur gynnas genom anläggning av dungar med buskar som fungerar som boställen och för födosök.

Flacka slänter möjliggör magasinering av vatten i våtmarken vid större regnhändelser.

Spänger ger möjlighet till att ta sig runt och kontakt med natur och djurliv i våtmarksområdet.

Zoner med vattenväxter 0,5 - 0,75 m.

Flacka slänter och svämningsytor gynnar biologisk mångfald genom att det skapas en naturlig störning. Flacka slänter är även bra ur säkerhetssynpunkt, men kan samtidigt innebära en ökad risk för myggproduktion.

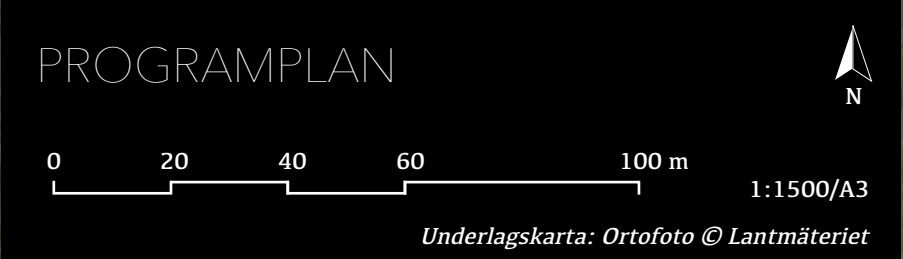
Skyddad zon utan spångdragning för att främja djurlivet i våtmarken.

Att hålla fritt från fisk gynnar både groddjur och vadarfåglar.



Rödbena är exempel på vadarfågel som trivs i våtmarker där det är fritt från fisk.
Foto: Karl Fredrik Sjölund

Fig. 33. Typsektion av våtmarken med några utvalda parametrar från sammanställningen på föregående sida (fig. 32).



GESTALTNINGSKONCEPT VÅTMARKSLIV

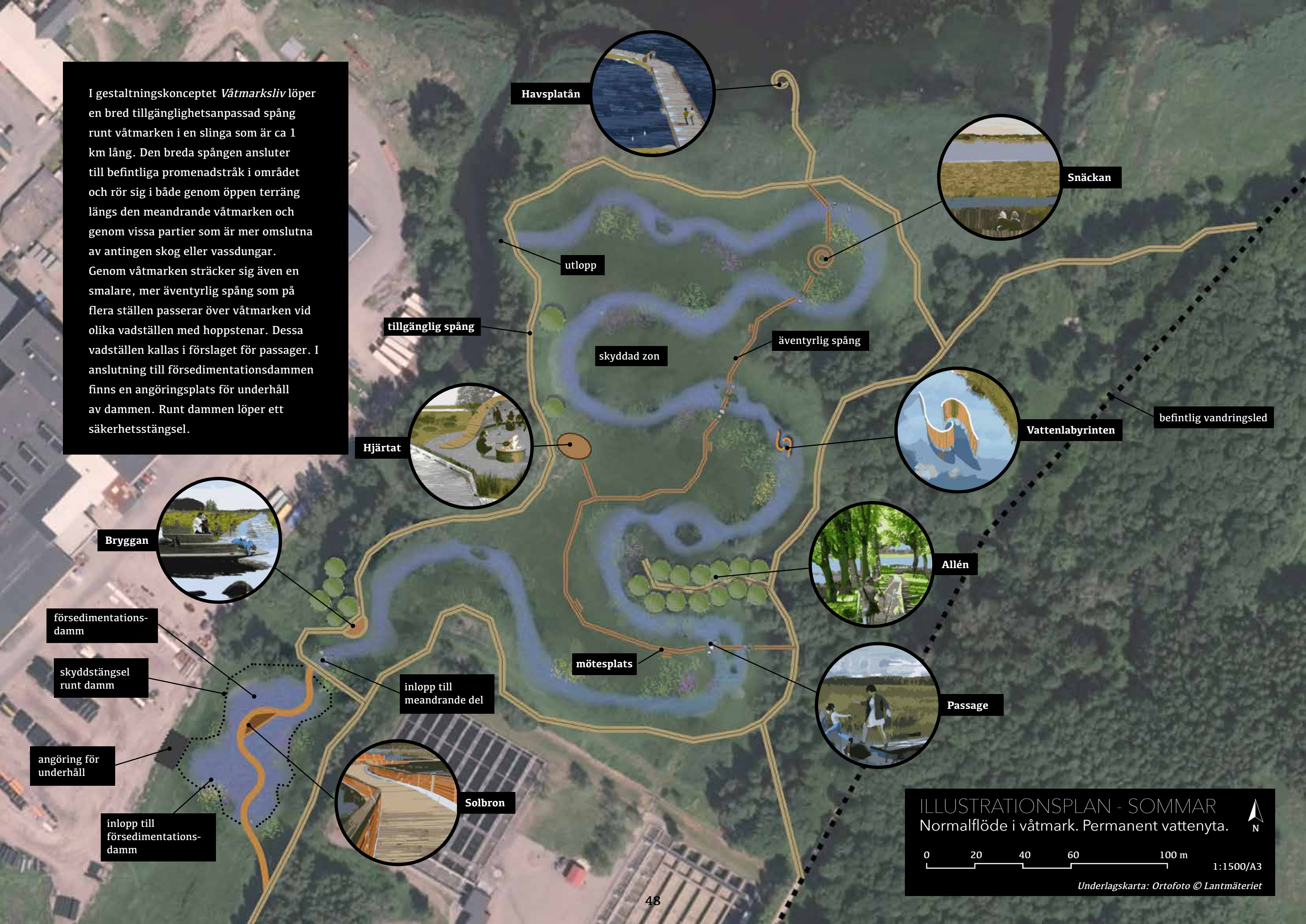
VÅTMARKSLIV

Gestaltningsskonceptet *Våtmarksliv* lockar besökare i olika åldrar och med olika bakgrund till vinter- och sommarrekreation, samtidigt som våtmarken renar och fördröjer dagvatten från intilliggande område. Upplevelsen vid våtmarken är omväxlande och stimulerande och bjuder på en spännande och lekfull avkoppling från stadslivet på en plats som samtidigt erbjuder en rik flora och fauna. Vid skapandet av platsen har stor vikt lagts på sinnliga upplevelser som olika ljud och synintryck, rumsligheter och utblickar. Vid våtmarken finns samlingsplatser för både samvaro och vila i skydd från väder och vind. I gestaltningen samspelar vinter och sommar genom att objekt fungerar för båda årstiderna men ibland byter funktion mellan säsongerna. Flera av objekten har funktioner både för reningen av dagvattnet och för rekreation. Gestaltningsskonceptet *Våtmarksliv* blir ett alternativ för rekreation som ligger nära stan, erbjuder ofarlig skridskoåkning på naturis vintertid tack vare den grunda vattennivån, samt en stadsnära naturupplevelse sommartid.

I gestaltningsskonceptet tas dagvattenhanteringens tekniska inslag, såsom exempelvis våtmarkens inlopp och utlopp, tillvara och bidrar med upplevelsemässiga aspekter på platsen. I förslaget finns olika målpunkter som har sin speciella karaktär.



I gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* löper en bred tillgänglighetsanpassad spång runt våtmarken i en slinga som är ca 1 km lång. Den breda spången ansluter till befintliga promenadstråk i området och rör sig i både genom öppen terräng längs den meandrande våtmarken och genom vissa partier som är mer omslutna av antingen skog eller vassdungar. Genom våtmarken sträcker sig även en smalare, mer äventyrlig spång som på flera ställen passerar över våtmarken vid olika vadställen med hoppstenar. Dessa vadställen kallas i förslaget för passager. I anslutning till försedimentationsdammen finns en angränsningsplats för underhåll av dammen. Runt dammen löper ett säkerhetsstängsel.



Havsplatån

Snäckan

utlopp

tillgänglig spång

skyddad zon

äventyrlig spång

Hjärtat

Vattenlabyrinten

befintlig vandringsled

Bryggan

försedimentations-
damm

skyddstängsel
runt damm

angöring för
underhåll

inlopp till
försedimentations-
damm

inlopp till
meandrande del

mötesplats

Solbron

Allén

Passage

ILLUSTRATIONSPLAN - SOMMAR
Normalflöde i våtmark. Permanent vattenyta.



0 20 40 60 100 m

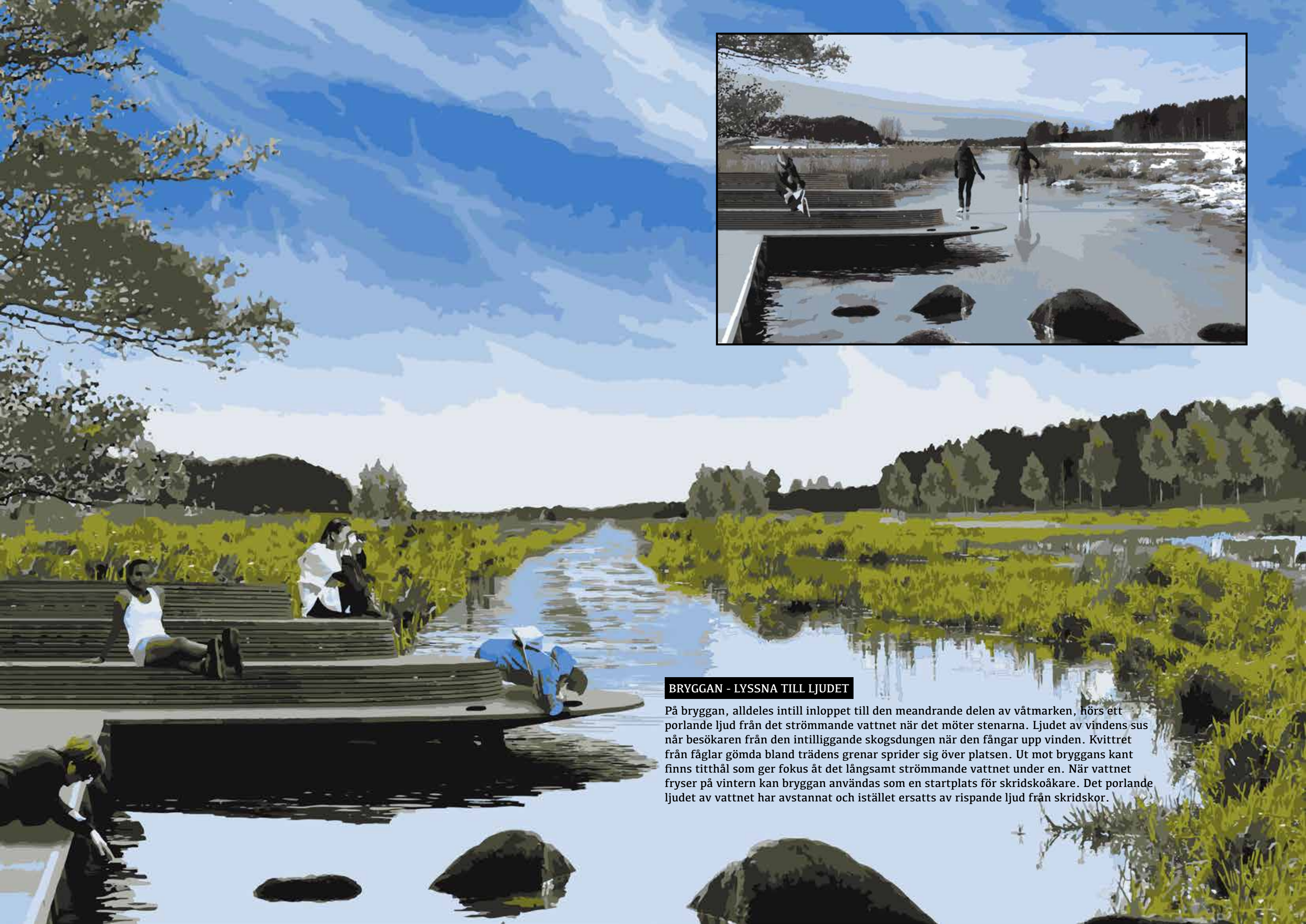
1:1500/A3

Underlagskarta: Ortofoto © Lantmäteriet

SOLBRON - LUTA DIG TILLBAKA

Solbron slingrar sig över dammen, som för att upplysa besökaren om vad som komma skall - en meandrande våtmark. Räckena viker sig ömsom inåt, ömsom utåt. Den större utbuktningen i mitten bildar en soffa som ger ett bekvämt ryggstöd vänd mot solen och det höga räcket ger skydd mot vinden. Då och då nås besökaren av dofter från blomsterprakten längs dammens kanter. På vintern kontrasterar räcket varma färg mot det blekare vinterlandskapet. Bron är bred och lätt att röra sig över. Det halksäkra underlaget underlättar för besökare att gå här när vintern lägger sitt täcke av snö och is över dammen.





BRYGGAN - LYSSNA TILL LJUDET

På bryggan, alldeles intill inloppet till den meandrande delen av våtmarken, hörs ett porlande ljud från det strömmande vattnet när det möter stenarna. Ljudet av vindens sus når besökaren från den intilliggande skogsdungen när den fångar upp vinden. Kvittret från fåglar gömda bland trädens grenar sprider sig över platsen. Ut mot bryggans kant finns titthål som ger fokus åt det långsamt strömmande vattnet under en. När vattnet fryser på vintern kan bryggan användas som en startplats för skridskoåkare. Det porlande ljudet av vattnet har avstannat och istället ersatts av rispande ljud från skridskor.

SNÄCKAN - BLICKA UT

I den del av våtmarken som är närmast havet och längs den smala spångens sträckning ligger Snäckkan. Här möts havets vindar och våtmarkens lugn. Snäckkan är ett spiralformat utkikstorn med vindskyddade sittplatser. Härifrån har besökaren en vidsträckt utblick både över havet och över våtmarken. Marken där Snäckkan ligger kommer tidvis förvandlas till en liten holme omgiven av vatten beroende på hur mycket det regnar. Vintertid, när Snäckkan täcks av snö, blir den en lekfull skulptur att springa upp i eller åka pulka nedför.



ALLÉN - OMSLUTEN AV TRÄD

Längs den breda tillgängliga stigen kommer besökaren plötsligt till ett vägskäl. Väljs det ena hållet fortsätter stigen runt längs våtmarken. Väljs det andra hållet leds besökaren in i en allé av klibbal. Allén är inspirerad av resterna från Brynäs Herrgårds forna landskapspark och sträcker sig ut på en halvö. Trädens kronor bildar en portal och med solens strålar genom lövverket omsluts besökaren under sin promenad. Allén leder fram till en öppen yta. En återvändsgränd. En plats utan program, en plats som belyser det som varit.

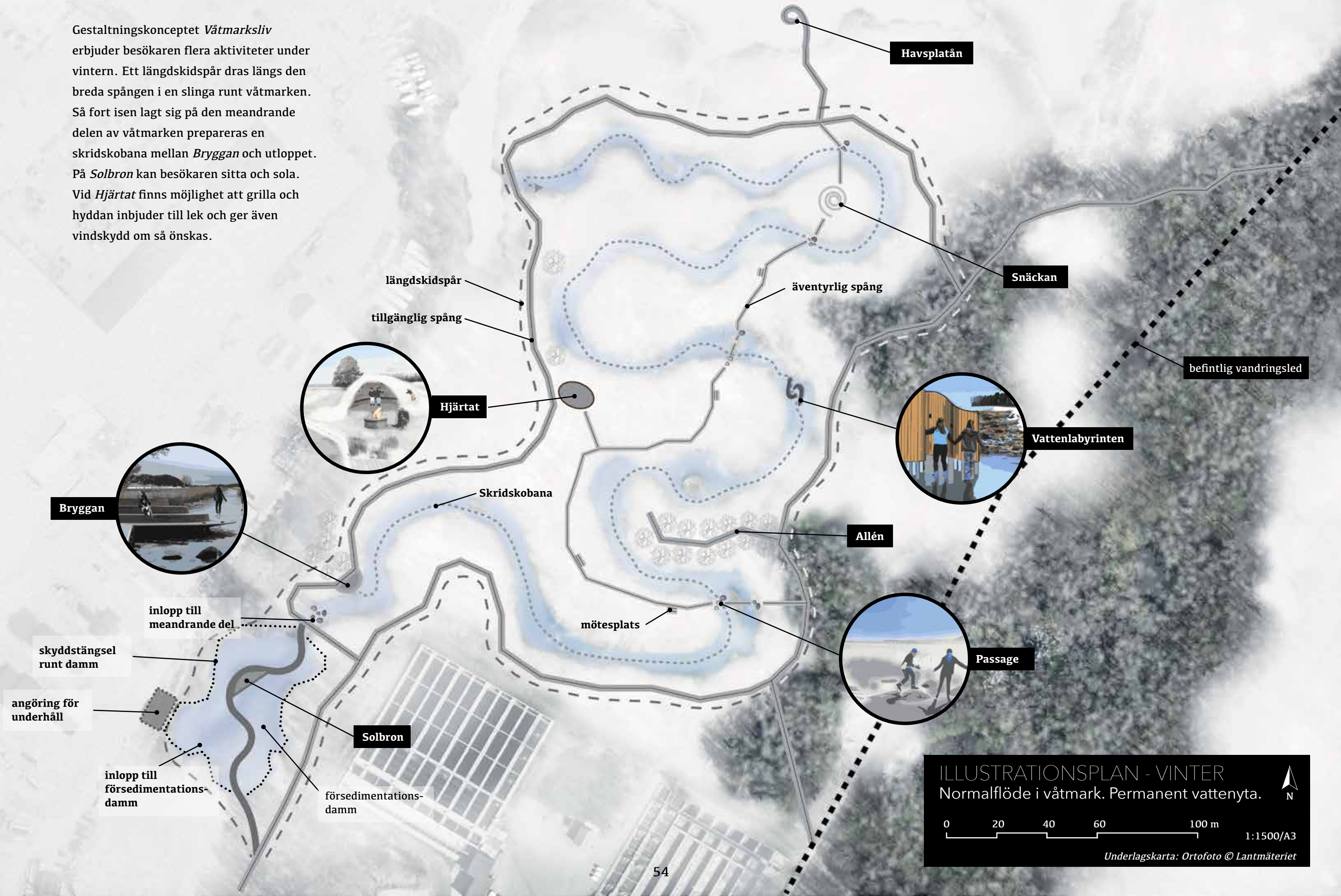




HAVSPLATÅN - KÄNN DOFTEN AV HAVET

Vid våtmarkens nordligaste del övergår land till hav. Besökaren lämnar fastlandet och leds på en träbrygga ut över havet. Den inledningsvis raka bryggan viker av i slutet och böjer sig tillbaka i en spiralform och bildar en havsplatå, som knyter ihop våtmarken med havet. Härifrån kan besökare blicka ut över Inre fjärden och känna doften från havet och havsbrisen fläkta mot ansiktet. Havsplatån öppnar även för möjligheten att bindas ihop med ett framtida promenadstråk längs kusten.

Gestaltningsskonceptet *Våtmarksliv* erbjuder besökaren flera aktiviteter under vintern. Ett längdskidspår dras längs den breda spången i en slinga runt våtmarken. Så fort isen lagt sig på den meandrande delen av våtmarken prepareras en skridskobana mellan *Bryggan* och utloppet. På *Solbron* kan besökaren sitta och sola. Vid *Hjärtat* finns möjlighet att grilla och hyddan inbjuder till lek och ger även vindsydd om så önskas.

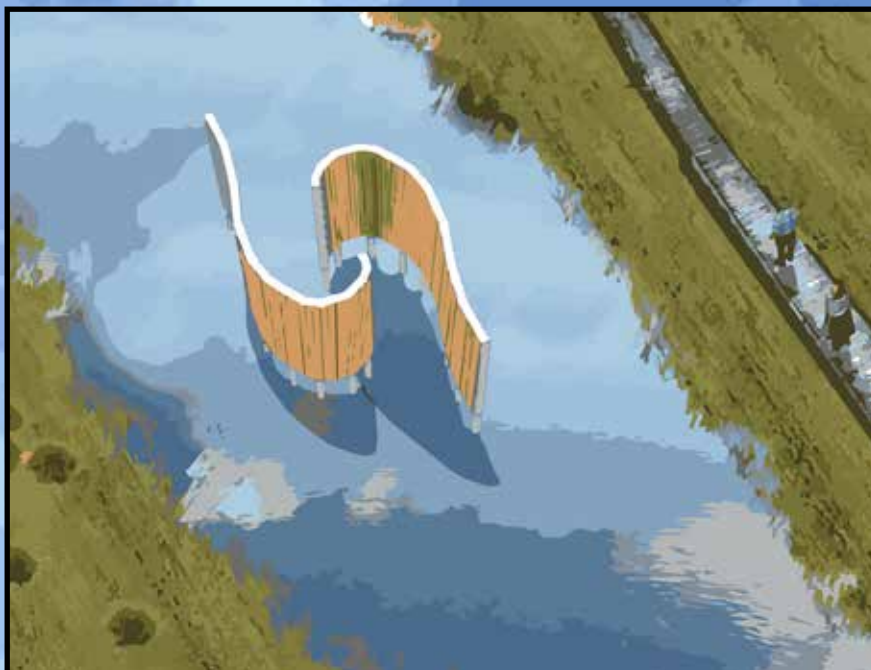


ILLUSTRATIONSPLAN - VINTER
Normalflöde i våtmark. Permanent vattenyta.

0 20 40 60 100 m

1:1500/A3

Underlagskarta: Ortofoto © Lantmäteriet



VATTENLABYRINTEN - TA DIG IN

Vattenlabyrinten står sommartid som ett konstverk mitt i våtmarken. Det kluckar svagt när vattnet fördelas runt de nedstickande metallstolparna. Den är ett blickfång och en utsmyckning för platsen som även har en vattenrenande funktion när den sprider vattnet runt sina ben. På vintern när isen lagt sig förvandlas den till en spännande målpunkt. På skridskor tar besökaren sig in i och igenom den vågformade labyrinten.



HJÄRTAT - SAMLAS KRING

Våtmarkens mitt, dess hjärta, är en självklar plats att samlas kring. Hit är det lätt att hitta - en bred spång leder hela vägen fram och längs sträckan vägleds besökaren av skyltar. I hjärtat finns en omslutande oval trähydda som erbjuder skydd mot vind och regn. Hyddans placering, med öppningen vänd åt söder, skapar ett mikroklimat. Inifrån hyddan, genom de små hålen i väggarna kan nyfikna besökare kika ut över våtmarken och iakttäta djurlivet. När vinterns snö faller och täcker hyddan förvandlas den till en igloo. Titthålen kan då användas som hjälp till att klättra upp på dess tak. Sedan är det bara att rutscha ned längs de mjukt sluttande väggarna. Igloon är både ett lekfullt inslag och ett skydd. Den runda eldningsplatsen utanför hyddan samlar människor under såväl varma sommarkvällar som kalla vinterdagar.





PASSAGE - TA DIG ÖVER

Genom våtmarken finns flera stigsträckningar. Längs den smalare spången är äventyr och utmaning en del av upplevelsen. Besökaren passerar flera vadvägar, passager, där det krävs både mod, samarbete och balans att ta sig över. I det grunda vattnet ligger flera hoppstenar utplacerade. Förutom att leda besökaren över passagen sprider de också vattnet i våtmarken och bidrar på så sätt till reningen av dagvattnet. På vintern förvandlas passagerna till utmaning på ytterligare ett plan: Att med skridskor på fötterna snirkla sig förbi mellan stenarna på sin tur genom våtmarken.

Vid ett 10-årsregn svämmar våtmarken och når sin maximala bredd på ca 25 meter. I gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* är spängerna placerade så att den tillgängliga sträckningen fortfarande går att beträda vid besök i våtmarksområdet. Däremot kommer delar av den äventyrliga spången samt stenarna vid passagerna att hamna under vatten. Den meandrande formen behålls men området där *Snäckan* ligger blir till en ö.



ILLUSTRATIONSPLAN - SOMMAR
Svämmande våtmark vid 10-årsflöde.



0 20 40 60 80 100 m

1:1500/A3

Underlagskarta: Ortofoto © Lantmäteriet

DISKUSSION

Det här arbetet har handlat om hur dagvattenhantering i en anlagd våtmark kan kombineras med rekreation under vinter och sommar. Vi kom i arbetet fram till att det finns stora fördelar med att i en stadsnära miljö kombinera dagvattenhantering och rekreation. Dels för att dagvatten kommer vara en nödvändighet för alla städer att hantera på ett annat sätt än vad som sker idag, dels för att människor i en stad ges möjlighet till rekreation i naturmiljö. Arbetet ledde fram till gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* som är tänkt att kunna appliceras på olika platser.

På grund av urbaniseringen bor de flesta människor numera längre från naturen. Människor vistas allt mer inomhus samtidigt som forskning inom miljöpsykologi betonar vikten av kontakt med naturen för vårt välmående. Att underlätta och främja utevistelse i naturmiljöer är därför en viktig uppgift för landskapsarkitekter. Genom att tillgängliggöra ett område kan man med små medel skapa nya rekreativa värden för fler människor. Att dessutom möjliggöra för aktiviteter under en längre tid av året, exempelvis skidåkning och skridskoåkning, öppnar förstås för fler möjligheter till utevistelse.

Många landskapsarkitekter arbetar med att främja sociala aktiviteter och social hållbarhet. Då det i forskning har visat sig att människor tenderar att stanna inne på vintern och därför kan bli isolerade, finns det goda skäl att skapa platser som stimulerar till utevistelse på vintern. Under arbetets gång har vi insett att våtmarker sällan utnyttjas för rekreativa värden vintertid trots att våtmarksområden har potential för det. Skridskoåkning är ett exempel på aktivitet som kan ske på en våtmark, tack vare att den ofta grunda vattennivån gör att våtmarken tidigt fryser och sedan är isstäckt under en lång tid av vintern. Dessutom gör det grunda vattnet att risken att drunkna är minimal om isen ändå skulle ge vika. Sådana

säkerhetsrisker är annars ofta ett hinder vid gestaltning av miljöer intill vatten.

Kunskapen kring dagvattenhantering behöver öka och tekniska lösningar för hantering måste utvecklas för att möta ett ökat framtida behov. Därför är det ett problem att det inom landskapsarkitektyrket generellt finns brister i kunskapen om dagvattenhantering. Gestaltningen av dagvattenanläggningar skulle kunna bli ännu bättre med en större teknisk kunskap om olika dagvattenlösningar. Även om landskapsarkitekten i slutändan inte dimensionerar anläggningar själv gör en större teknisk kunskap att det blir lättare att sätta sig in i problemen, påverka i ett tidigare skede och kommunicera sina idéer med exempelvis en VA-tekniker. Utan kunskap finns det en risk att dagvattenlösningar inte fungerar som det är tänkt, att syftet med anläggningen inte är tillräckligt specificerad och att ytorna som avsätts är för små. I det här arbetet visar vi hur stora ytor som faktiskt behövs genom att vi räknat på avrinning från ett specifikt avrinningsområde.

Var passar det att applicera det här gestaltningskonceptet? I arbetet har vi utgått från en specifik plats i de centrala delarna av Gävle. Om vi hade valt ett område i södra Sverige hade det varit svårare att argumentera för en gestaltning för vinterrekreation, speciellt vad det gäller istillgång och antal möjliga dagar för exempelvis skridskoåkning. Å andra sidan, om vi hade valt en plats långt norrut i landet finns det belägg för att dagvattenreningen i en våtmark fungerar sämre ur växtsynpunkt ju kallare det blir, eftersom reningsgraden försämras med avtagande temperatur. Det grunda vattnet i våtmarken gör dock att det fryser lätt och därför kan konceptet appliceras även på platser som inte har så lång vinter. Däremot måste den försämrade reningsgraden av dagvattnet tas i beräkning. Våtmarken kan fortfarande användas som magasin.

Förutom hänsyn till geografiskt läge så behöver förstås platsen vara lämplig topografiskt och vad gäller jordart. Området i Gävle består till största del av postglacial lera och gyttjelera vilket gör att infiltrationsgraden är låg och därmed kan en vattenspegel behållas.

Platsen i Gävle skulle även kunna vara lämplig för en våtmark som i stället för att rena dagvatten, ytterligare renar vattnet från reningsverket. Detta vatten släpps i dagsläget ut, som vi tidigare nämnt, vid en punkt i Inre fjärden och är en stor källa till näringsämnen och organiska ämnen.

METODDISKUSSION

Under arbetet med gestaltningskonceptet använde vi oss av olika idégenerande metoder, bland annat lotusblomman och olika typer av snabbskisser. Genom att använda dessa metoder fick vi något att diskutera kring och det var en bra start på arbetet. Att göra snabbskisser under en begränsad tid minskade risken att fastna i detaljer och skapade nya infallsvinklar till olika problemställningar. Ofta ledde också diskussioner kring en idé till en ny idé, som gjorde att vi kom vidare i processen. Skisser hjälpte oss att visa för varandra hur vi tänkte oss specifika detaljer. Att se den andres idéer ledde också ofta till nya egna associationer. Vi har under arbetets gång blivit varse hur mycket det betytt för arbetet att vi varit två personer som skrivit tillsammans. Det har varit värdefullt att ständigt kunna diskutera problem och att aldrig vara ensam om att behöva lösa dem. Att vara två har även inneburit att var och en tvingas att verbalisera och tänka igenom olika i arbetet.

AVRINNINGSOMRÅDET

En del av detta arbete har bestått av dimensioneringsberäkningar. För att dimensionera våtmarken har vi gjort beräkningar på olika regnintensiteter och flöden. Vi har även beräknat magasinvolymen. Metoderna som används i arbetet är sådana som används i dagvattenutredningar. Avrinningsområdet som beräkningarna grundar sig på är valt av oss och ligger i anslutning till våtmarksområdet. Detta eftersom det vid tiden för arbetet inte fanns någon utredning från Gävle kommun att tillgå gällande vilket avrinningsområde som skulle vara aktuellt att leda dagvatten från till våtmarksområdet. Avrinningsområdet och beräkningarna blir således fiktiva. Det var i detta arbete en fördel att själva välja ett närliggande område som avrinningsområde då det gav oss möjlighet att visa på olika markanvändningstyper och hur dessa påverkar avrinningen från varje typ av yta. Beräkningarna kan ses som ett exempel på hur man beräknar flöden för ett avrinningsområde upp till 50 hektars storlek med den *rationella metoden*. Trots att beräkningarna i detta fall är fiktiva skulle de kunna vara verkliga beräkningar för den här platsen.

Vad gäller dimensioneringen av våtmarken är det dimensionerande regn som väljs inte bundet till någon specifik plats i Sverige utan bygger på historiska regndata från hela landet. Däremot bygger flödesberäkningarna på platsspecifika egenskaper såsom markförhållanden, topografi, avrinningsområden och jordart och måste anpassas för varje nytt projekt.

För att beräkna våtmarkens volym har vi räknat med ett genomsnittligt utseende på våtmarkens tvärsnitt. Samtidigt har vi poängterat att våtmarken ska ha en omväxlande bottenpografi. Det betyder att vid en verklig anläggning av en meandrande våtmark behöver fler och detaljerade beräkningar utföras.

RESULTATDISKUSSION

Syftet med detta arbete var att kombinera en anläggning för dagvattenhantering med rekreativa värden under vinter och sommar. Resultatet av arbetet är tänkt att inspirera kommuner, planerare och landskapsarkitekter att upptäcka de rekreationsmöjligheter som en anlagd våtmark för dagvattenhantering för med sig. Gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* är till viss del applicerbart på andra platser som lämpar sig för anläggning av en våtmark och där rekreativa värden önskas. Dock påverkar det geografiska läget i landet hur lång säsongen blir för vinter- respektive sommarrekreation. I förslaget finns flera element som är oberoende av plats. Det gäller exempelvis olika upplevelsmässiga detaljer såsom spänger av olika slag och tillgänglighetsgrad, utblickspunkter, olika typer av skydd, mötesplatser, sittplatser och passager där det finns möjlighet att ta sig över våtmarken. Även utformningsmässiga aspekter såsom djup, släntlutning och bredd av våtmarken är egentligen inte platsspecifika förutsatt att området är plant och ligger i en lågpunkt. Däremot är sträckningen av den meandrande delen av våtmarken beroende av hur stor yta som finns att tillgå, hur och var våtmarken kan ansluta till befintlig recipient samt hur stort avrinningsområde som våtmarken ska hantera.

De olika målpunkterna är inspirerade av vårt formkoncept samt till viss del från platsen. En svaghet i arbetet är att vi inte gjorde något platsbesök i Gävle utan helt har sökt information via kartor och på kommunens hemsida. Om vi hade gjort ett platsbesök är det möjligt att utformningen hade blivit annorlunda i och med att vår förståelse för platsen och dess karaktär blivit djupare. Målpunkterna i gestaltningskonceptet kan därför ses som inspiration men måste anpassas för varje ny plats.

I arbetet med gestaltningskonceptet har vi till stor del utgått från ett stabilt vinterklimat. Stora delar av vinterhalvåret kan dock innebära både slask och blöt is. Då isen, och upplevelsen av den, har stor betydelse i konceptet är avsaknaden av aktiviteter anpassade till sådana förhållanden en svaghet i arbetet.

I programpunkterna tar vi upp att vi vill efterlikna en naturlig miljö. Målpunkten som vi kallar *Allén* är dock inte naturlig, utan har snarare ett rakt och strikt formspråk. Den sticker därför ut från övriga gestaltningen. Detta är ett medvetet grepp från vår sida för att bryta av och skapa något på platsen som skaver lite men samtidigt väcker nyfikenhet. Med *Allén* vill vi även återknyta till den landskapspark som hörde till Brynäs herrgård.

AVVÄGNINGAR OCH VAL

I gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* har vi behövt förhålla oss till många olika aspekter som ibland stått i motsats till varandra. Ett exempel på detta är våtmarkens djup och släntlutning. Grunt vatten och flacka stränder främjar biologisk mångfald och är även bra ur säkerhetssynpunkt. Däremot innebär vattennivåer under 50 cm att det finns en ökad risk för myggproduktion. I förslaget bedöms att platsens vindutsatta havsnära läge balanserar upp denna eventuella risk.

Vid en anläggning för dagvattenhantering kan lukt uppstå från blottlagda sediment om föredimentationsdammen torrläggs vid exempelvis långvarig torka. Detta kan av besökare upplevas som otrevligt. En svaghet i konceptet är placeringen av *Solbron* som slingrar sig över just försedimentationsdammen. Vår bedömning är att dammen oftare är vattenfylld än tom, och när dammen är tom kan bron ändå användas som en passage.

Vidare finns en inbyggd konflikt i gestaltningskonceptet mellan ett ostört djurliv och främjandet av rekreation. Möjligheten till kontakt med natur och djurliv är ett viktigt rekreativt inslag för många. Om besökstrycket i området blir för högt kan både djur och natur påverkas negativt, varför det i förslaget finns skyddade zoner utan spångdragning. I dessa zoner är djurlivet mer skyddat och betraktas på avstånd från observationsplatser. Att ha skyddade zoner är ju dock ingen garanti för att djurlivet verkligen förblir ostört eftersom besökare kan trampa upp egna stigar. Ett sätt att förhindra detta skulle kunna vara att sätta upp stängsel, men det kan i sin tur påverka upplevelsen av platsen negativt. Ett annat sätt kan vara genom att plantera låg vegetation som är svår att gå igenom men som inte skymmer sikten.

En annan avvägning är valet mellan att främja groddjur eller fisk, då de konkurrerar om samma bottenföda i en våtmark. I förslaget har vi valt att gynna groddjur på bekostnad av fisk. Anledningen till den prioriteringen är att många groddjursarter i Sverige är hotade då deras habitat minskat i antal när många småvatten försvunnit i landskapet.

Att anlägga en enstaka våtmark i en stadsnära miljö innebär att införa många värden till området, både biologiska- och rekreationsmässiga. Våtmarken bidrar till ett svalare lokalklimat, fördröjer och renar dagvatten samt fungerar som habitat för många vadarfåglar och hotade groddjur. Om flera våtmarker anläggs inom ett inte alltför stort avstånd, eller om det finns någon befintlig våtmark eller småvatten i närheten, kan dessutom ett större ekologiskt samband skapas. Då kan våtmarken även vara en spridningsväg för olika arter i ett större nätverk.

Ett estetiskt val i gestaltningen var att bevara den meandrande formen på våtmarken även vid svämning. Detta innebar

samtidigt en begränsning av våtmarkens bredd och därmed även våtmarkens magasinsvolym. Konsekvensen blev att större dimensionerande regn såsom 20-, 30- och 50-årsregn måste ledas förbi våtmarken för att inte strukturen och formen på den meandrande delen ska riskera att förstöras genom erosion.

SLUTSATS

Gestaltningskonceptet *Våtmarksliv* visar på ett sätt att kombinera dagvattenhantering i en anlagd våtmark med vinter- och sommarrekreation. För att kunna kombinera dessa två intresseområden krävs en hel del noggranna avvägningar där olika estetiska, tekniska och biologiska värden ibland står i motsats till varandra.

Arbetet med att dimensionera våtmarken för olika regnhändelser har gett oss en insikt i hur stora ytor som krävs för att ta hand om dagvatten från ett visst avrinningsområde. Vi har under arbetets gång även insett att vinsterna med att anlägga en våtmark i en tätortsnära miljö är många. Förutom att rena dagvatten från staden, utgöra habitat för exempelvis groddjur och samtidigt bidra till ett svalare lokalklimat erbjuder våtmarken en stadsnära naturupplevelse. När städerna förtätas är risken stor att naturupplevelser i staden kommer vara en bristvara.

Vi visste redan att våtmarker fungerar utmärkt för rekreation sommartid. Med detta arbete har vi visat att våtmarker lämpar sig väl för rekreation även under vintern. Vinterrekreation i våtmarker är ett relativt outforskat fält som förtjänar att vidareutvecklas. Vi anser att det här finns stora möjligheter att utveckla annorlunda utevistelse vintertid.

REFERENSER

Adielsson, S. (2016). *Snödeponi = dagvattenanläggning?*.

Tillgänglig: <https://vaguiden.se/2016/09/snodeponi-dagvattenanlaggning/> [2019-03-11]

Alm, H. Banach, A. & Larm, T. (2010). Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten. Tillgänglig: http://vav.griffel.net/filer/Rapport_2010-06.pdf [2019-05-10]

Bell, S. (1997). *Design for Outdoor Recreation*. London: Spon Press.

Bjarne, K. & Kull, P. -O. (2016). *Miljökonsekvensbeskrivning Duvbackens Reningsverk*. Tillgänglig: <http://www.gastrikevatten.se/Content/88926/MKB-Duvbacken.pdf> [2019-03-13]

Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning dagvattenrening. Rapport Nr 2016-05*. Tillgänglig: http://www.svensktvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svu-rapport_2016-05.pdf [2019-03-13]

Climate-Data. (2012). *Klimat: Gävle*. Tillgänglig: <https://sv.climate-data.org/europa/sverige/gaevleborgs-laen/gaevle-449/> [2019-02-11]

Davis, L. (1995). *A Handbook Of Constructed Wetlands*. Tillgänglig: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/constructed-wetlands-handbook.pdf> [2019-04-13]

Fort St John, (2000). *Winter Design Guidelines Transforming Edmonton into a Great Winter City*. Tillgänglig: https://www.edmonton.ca/city_government/documents/PDF/WinterCityDesignGuidelines_draft.pdf [2019-02-17]

Gehl, J. (2010). *Cities for people*. Washington: Island Press.

Gästrike vatten (2017) *Dagvattenpolicy för Gävle kommun*.

Tillgänglig: <http://www.gastrikevatten.se/Content/115253/GavlekommunDagvattenpolicy20180924.pdf> [2019-04-01]

Gävle Kommun (2019a). *Brynäs herrgårds historia*. Tillgänglig: <https://www.gavle.se/service-och-information/kultur-och-fritid/kultur/kultur-som-du-kan-uppleva-i-gavle/historiska-platser-att-besoka-i-gavle/brynas-herrgards-historia/> [2019-03-13]

Gävle Kommun (2019b). *Villa Rettigs historia*. Tillgänglig: <https://www.gavle.se/service-och-information/kultur-och-fritid/kultur/kultur-som-du-kan-uppleva-i-gavle/historiska-platser-att-besoka-i-gavle/villa-rettigs-historia/> [2019-03-02]

Gävle kommuns ÖP (2018). *Översiktsplan Gävle kommun år 2030*. Tillgänglig: http://old.gavle.se/PageFiles/255178/Antagandehandlingar/ÖP%20Gävle%20kommun_bok_2018_WEB.pdf [2019-04-01]

Länsstyrelsen Gävleborg (2019). *T-Udden*. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/gavleborg/besok-och-upptack/naturreservat/t-udden.html> [2019-03-13]

Kaplan, R. Kaplan, S. & Ryan, R. (1998). *With people in mind: Design and management of everyday nature*. Washington D.C.: Island press.

Kemikalieinspektionen (2016). *Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*. Tillgänglig: <https://www.kemi.se/prio-start/kemikalier-i-praktiken/kemikaliegrupper/polycykliska-aromatiska-kolvaten-pah> [2016-08-10]

Michanek, J. & Breiler, A. (2007). *Ideagenten 2.0, en handbok i idea management*. Bookhouse Publishing AB.

Mossberg, B. & Stenberg, L. (2018). *Nordens flora*. Lettland: Bonnier fakta.

Naturvårdsverket (2009). *Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5925-5.pdf> [2019-01-24]

Naturvårdsverket (2014). *Småvatten och våtmark i jordbruksmark*. (<https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/skyddade-omraden/biotopskydd/05-smavatten-vatmark-i-jordbruksmark-2014-04-15.pdf>) [2019-04-03]

Naturvårdsverket (2017a). *Kunskapsunderlag om våtmarkers ekologiska och vattenhushållande funktion*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/Kunskapsunderlag-vatmarkers-ekologiska-vattenhushallande-funktion.pdf> [2019-02-19]

Naturvårdsverket (2017b). *Föreningar i dagvatten*. Tillgänglig: <https://naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/Foreningar-i-dagvatten.pdf> [2019-02-17]

Pressman, N. (1988). Developing Climate-responsive Winter Cities. *Energy and Buildings*, 11 (1-3), ss. 11-22.

Pressman, N. (1990). Human Health and Social Factors in Winter Climates. *Energy and Buildings*, 16 (1-2), ss. 765-773.

RAÄ, Riksantikvarieämbetet. (2018). Gävle 80:1. <https://app.raa.se/open/fornsok/lamning/b4565c9f-d620-4edc-ba75-dc8aef8e0f71> [2019-03-26]

SMHI (2019). *Klimatscenarier*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier> [2019-02-05]

SMHI (2018a) *Skyfallskartering visar på sårbara platser, fördjupning*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/skyfallskartering-visar-pa-sarbara-platser-fordjupning-1.136156> [2019-01-22]

SMHI (2018b). *Havsnivå - medelvattenstånd i framtiden*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/havet-och-klimatet/havsniva-1.120165> [2019-04-03]

SMHI (2017). *Normal andel snö av årsnederbörden, medelvärde 1961-1990*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-andel-sno-av-arsnederborden-medelvarde-1961-1990-1.4172> [2019-02-01]

SGU, Sveriges geologiska undersökning (2019). *SGUs kartvisare*. Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/> [2019-02-26]

Stockholm Stad (2016). Tillgänglig: Dagvattenhantering. Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. Tillgänglig: http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_kvartersmark.pdf [2019-05-13]

Svenskt vatten P105 (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning*. Utgåva: 1. TMG Tabergs AB.

Svenskt Vatten P110 (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. Utgåva: 1.

Svensson, R. (1998). *Strandbeten och strandängar. Jordbruksverket*. Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/utan_serietitel_sjv/UST98-06/UST98-06K.HTM [2019-04-11]

Tonderski, K. (red.), Weisner, S. (red.), Landin, J. (red.) & Oscarsson H. (red.) (2002). *Våtmarksboken. Skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker*. Vastra Rapport 3. Västervik: Ekblad & Co.
VA SYD (2019). *Dagvatten*. Tillgänglig: <https://www.vasyd.se/Artiklar/Dagvatten/Dagvatten> [2019-04-26]

Westerberg, U. (2009). The Significance of Climate for the Use of Urban Outdoor Spaces: Some Results from Case Studies in two Nordic Cities. *International Journal of Architectural Research*, 3 (11), ss. 131-144.

Wiklander, M. (2017). *Föroreningar i dagvatten*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/dagvattenproblematiken.pdf> [2019-02-11]

WSUD (2006). *Water Sensitive Urban Design. Technical Design Guidelines for south East Queensland*. Tillgänglig: <https://hlw.org.au/download/wsud-technical-design-guidelines-for-south-east-queensland-version-1/> [2019-01-11]

WWF (2005). *Våtmarksstrategi för Sverige*. Tillgänglig: <https://www.wwf.se/source.php/1119448/vatmarksstrategi2005.pdf> [2019-01-24]

BILDKÄLLOR

Phalaris arundinacea. Foto: Matt Lavin, Wikimedia commons https://www.flickr.com/photos/plant_diversity/3883207046

Eupatorium cannabinum. Foto: AnRo0002 Wikimedia commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20161204Eupatorium_cannabinum3.jpg

Filipendula ulmaria. Foto: Peter O'Connor, Wikimedia commons
Peter O'Connor aka anemoneprojectors from Stevenage, United Kingdom, Meadowsweet (*Filipendula ulmaria*), Oughtonhead Common (28577156433), cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 2.0

Geum rivale. Foto: H. Zell. Wikimedia commons
H. Zell, *Geum rivale* 006, cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 3.0

Iris pseudacorus. Foto: Jörg Hempel, Wikimedia commons
Jörg Hempel, *Iris pseudacorus* LC0338, cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 3.0 DE

Lythrum salicaria. Foto: Manfred Heyde, Wikimedia commons
I, Manfred Heyde, *Lythrum salicaria* Rhine, cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 3.0

Mentha aquatica. Foto: Wikimedia commons
Plenuska, Die Bachminze, Wasserrminze, lat. *Mentha aquatica* 08, cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 4.0

Potamogeton natans. Foto: Christian Fischer, Wikipedia
Christian Fischer, *PotamogetonNatans*, cropped by Ia Neumüller, CC BY-SA 3.0

Schoenoplectus lacustris. Foto: AnRo0002, Wikimedia commons
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20150616Schoenoplectus_lacustris1.jpg

Phragmites australis. Foto: AnRo0002 Wikimedia commons
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20161230Phragmites_australis2.jpg

Valvata macrostoma. H. Zell, *Valvata macrostoma* 01, CC BY-SA 3.0

Samtliga skalfigurer från Skalgubbar.se eller från egna foton.

APPENDIX

(A1) Beräkning av snittavrinningskoefficienter

$$C_{\text{snitt}} = C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + C_3 * A_3 + \text{etc...} / A_{\text{tot}}$$

Avrinningsområde totalt: 48 ha

Industrimark: 29 ha, C = 0,8

Flerbostadshus: 10 ha, C = 0,5

Villaområde: 9 ha, C = 0,25

$$C_{\text{snitt}} = 0,8 * 29 \text{ ha} + 0,5 * 10 \text{ ha} + 0,25 * 9 \text{ ha} / 48 \text{ ha} = 0,634375 = 0,63$$

$$C_{\text{snitt}} = \mathbf{0,63}$$

Avrinningskoefficienter är uppskattade enligt tabell 2 (s. 18) från Svenskt vatten P110.

(A2) Beräkning av rinntid

Längsta rinnsträcka = 900 meter

Hastighet i rörledning (schablonvärde) = 1,5 m/s

Rinntid = 900 m / 1,5 m/s = 600 s = 10 minuter

Rinntid = 10 minuter

Vattenhastighet för beräkning av rinntid enligt tabell 3 (s. 18) från Svenskt vatten P110.

(A3) Val av dimensionerande regn:

Dahlströms ekvation

$$P = 190 * \sqrt[3]{T} * \frac{\ln(D)}{D^{0,98}} + 2$$

P = regnintensitet (l/s * ha)

T = återkomsttid (månader)

D = varaktighet (minuter)

$$P_{1 \text{ år, } 10 \text{ min}} = 106,879 \text{ l/s} * \text{ha} = \mathbf{107 \text{ l/s} * \text{ha}}$$

$$P_{10 \text{ år, } 10 \text{ min}} = 227,957 \text{ l/s} * \text{ha} = \mathbf{228 \text{ l/s} * \text{ha}}$$

$$P_{20 \text{ år, } 10 \text{ min}} = 286,7 \text{ l/s} * \text{ha} = \mathbf{287 \text{ l/s} * \text{ha}}$$

$$P_{50 \text{ år, } 10 \text{ min}} = 388,4 \text{ l/s} * \text{ha} = \mathbf{388 \text{ l/s} * \text{ha}}$$

(A4) Flödesberäkning

Rationella metoden

$$Q = A * C * P(T, D)$$

Q = flöde (l/s)

A = area (ha)

C = avrinningskoefficient (*från A1*)

P = regnintensitet (l/s * ha) från Dahlströms ekvation (*från A3*)

$$Q_{1 \text{ år}} = 48 \text{ ha} * 0,63 * 107 \text{ l/s ha} = 3235,68 \text{ l/s} * \text{klimatfaktor}(1,25) = 4044,6 \text{ l/s} = \mathbf{4 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{10 \text{ år}} = 48 \text{ ha} * 0,63 * 228 \text{ l/s ha} = 6894,72 \text{ l/s} * \text{klimatfaktor}(1,25) = 8618,4 \text{ l/s} = \mathbf{8,6 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{20 \text{ år}} = 48 \text{ ha} * 0,63 * 287 \text{ l/s ha} = 8678,88 \text{ l/s} * \text{klimatfaktor}(1,25) = 10848,6 \text{ l/s} = \mathbf{10 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{50 \text{ år}} = 48 \text{ ha} * 0,63 * 388 \text{ l/s ha} = 11733,12 \text{ l/s} * \text{klimatfaktor}(1,25) = 14666,4 \text{ l/s} = \mathbf{15 \text{ m}^3/\text{s}}$$

(A5) Beräkning av magasinsvolym

Beräkning av magasinsvolym. Nedan visas en exempelberäkning. Resterande resultat för olika varaktigheter visas i tabell 1 och 2 på nästa sida.

Exempel på volymsberäkning för 1-års regn med 1 timmes varaktighet:

$$P = 190 * \sqrt[3]{T} * \frac{\ln(D)}{D^{0,98}} + 2$$

$$P_{1 \text{ år, } 1 \text{ tim}} = P = 190 * \sqrt[3]{12} * \frac{\ln(60)}{60^{0,98}} + 2 = \mathbf{34,2 \text{ l/s} * \text{ha}}$$

$$Q_{1 \text{ år, } 1 \text{ tim}} = 48 \text{ ha} * 0,63 * 34,2 \text{ l/s ha} = 1034,2 \text{ l/s} * \text{klimatfaktor}(1,25) = 1293 \text{ l/s} = \mathbf{1,3 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$V_{\text{in, } 1 \text{ år } 1 \text{ timme}} = 1,3 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s} = \mathbf{4680 \text{ m}^3}$$

$$S_{1 \text{ år } 1 \text{ timme}} = V_{\text{in}} - V_{\text{ut}} = 4680 \text{ m}^3 - (0,1 \text{ m}^3 * 3600 \text{ s}) = \mathbf{4320 \text{ m}^3}$$

Tabeller för P_{1 år} respektive P_{10 år} med olika varaktighet (inklusive klimatkompensation 25 %):

Tabell 1. P (1 år, x minuter). q_{ut} = 100 l/s = 0,1 m³/s

Varaktighet	P (1 år, x minuter) (l/s * ha)	Q (1år, x minuter) (m³/s)	V _{in} (m³)	V _{ut} (m³)	(S) = V _{in} - V _{ut} Magasinsvolym (m³)
10 min	107 l/s * ha	4 m³/s	2400	60	2340
1 tim = 60 min	34,2 l/s * ha	1,3 m³/s	4680	360	4320
4 tim = 240 min	13,1 l/s * ha	0,495 m³/s	7128	1440	5688
10 tim = 600 min	7,27 l/s * ha	0,275 m³/s	9893	3600	6293
24 tim = 1440 min	4,54 l/s * ha	0,172 m³/s	14860	8640	6220

Tabell 2. P (10 år, x minuter). q_{ut} = 100 l/s = 0,1 m³/s

Varaktighet	P (10 år, x minuter) (l/s * ha)	Q (10år, x minuter) (m³/s)	V _{in} (m³)	V _{ut} (m³)	(S) = V _{in} - V _{ut} Magasinsvolym (m³)
10 min	228 l/s * ha	8,6 m3/s	5170	60	5110
1 tim = 60 min	71,4 l/s * ha	2,7 m3/s	9720	360	9360
4 tim = 240 min	15,88 l/s * ha	0,978 m3/s	14083	1440	12643
10 tim = 600 min	13,35 l/s * ha	0,5 m3/s	18000	3600	14400
24 tim = 1440 min	7,47 l/s * ha	0,28 m3/s	24192	8640	15552
36 tim = 2160 min	5,88 l/s * ha	0,22 m3/s	28771	12960	15811
48 tim = 2880 min	5,04 l/s * ha	0,19 m3/s	32832	17280	15552

(A6) Dimensionering av våtmarken

Våtmarkens längd: **900 m**

Tvärsnittsarea permanent vattennivå i meandrande del.: **2,9 m²**

900 m * 2,9 m² = **2610 m³**

Utgångsvolym för permanent vattennivå (magasinsvolym 1-årsregn) (tabell 1) = **6293 m³**

Volym till försedimentationsdamm: 6293 m³ - 2610 m³ = **3683 m³**

Försedimentationsdammens djup: **1,5 m**

Försedimentationsdammens area: 3683 m³/1,5 m = 2455 m² ≈ **2460 m²**

(A7) Reglervolym i våtmarken

Försedimentationsdammens reglernivå: **0,5 m**

Försedimentationsdammens area: **2460 m²**

Reglervolym i försedimentationsdamm vid höga flöden: 0,5 m * 2460 m² = **1230 m³**

Magasinsvolym 1-årsregn (tabell 1) = **6293 m³**

Reglervolym till meandrande del: 6293 m3 - 1230 m³ = **5063 m³**

Tvärsnittsarea reglervolym (1-årsregn): 5063 m3/ 900 m = **5,6 m²**

Magasinsvolym 10-årsregn (tabell 2) = **15811 m³**

Reglervolym till meandrande del: 15811 m³ - 1230 m3 = **14581 m³**

Tvärsnittsarea reglervolym (10-årsregn): 14581 m³/ 900 m = **16,2 m²**